Maß und Zahl in der gotischen Baukunst

Hecht, Konrad

Veröffentlicht in:
Abhandlungen der Braunschweigischen
Wissenschaftlichen Gesellschaft Band 21, 1969,
S.215-326

Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig

Maß und Zahl in der gotischen Baukunst

Von **Konrad Hecht**

(Eingegangen am 15. 7. 1968)

Ein Architekt des späteren Mittelalters, dem der Entwurf und die Ausführung eines Bauwerks übertragen war, hat die Abmessungen des Bauwerks nicht den Bedürfnissen und den Möglichkeiten seines Bauherrn entsprechend nach Gestalt und Zweck, Material und Konstruktion bedacht, auch war ihm nicht aufgegeben, aus solchen Ansätzen des Entwurfs, die „Inhalt" und „Form" bereits im Wechselspiel enthalten, ein auch in der Spannung der Maßverhältnisse vollkommenes Werk zu bilden, nein — so behauptet wenigstens eine seit den Tagen der Romantik immer wieder vorgebrachte These —: Voraussetzung und Regulativ eines gotischen Entwurfs waren Proportionsfiguren. Deren Kenntnis, der Inhalt des viel berufenen Hüttengeheimnisses also, und deren Anwendung verbürgte Regel und Gesetz. Sie waren das Unterpfand der spezifischen Schönheit gotischer Architektur. Sie garantierten mit der Bemessung der konstruktiven Glieder auch die Standsicherheit des Bauwerks. Mehr noch: Im Besitz solcher Figuren war der Architekt nicht genötigt, Können, Zeit und Mühe auf die Entwicklung des Entwurfs zu verwenden, vielmehr leiteten ihn diese Figuren, deren mathematische Gesetzlichkeit der künstlerischen Freiheit durchaus nicht widersprach, in einem schöpferischen Trancezustand ohne Mühe und Zeitverluste zum Ziel. Und zudem waren aus diesen am Reißbrett benutzten Figuren, an der Baustelle in natürlicher Größe nochmals ausgetragen, alle für den Grundriß und den Aufbau benötigten Maße mühelos und zuverlässig zu entnehmen. Kein Wunder, daß Figuren, die solches zu leisten vermochten, als „Schönheitserzeuger", ja geradezu als „Zaubermittel" gepriesen werden.

Zunächst stützte sich die These auf einfache Proportionsfiguren, die sich bald als zu wenig leistungsfähig erwiesen. So kamen weitere Figuren und deren Varianten, die sich schließlich zu Figurensystemen zusammenfassen ließen, neben algebraischen Proportionsverfahren ins Spiel. Heute verfügt man über ein ganzes Arsenal solcher Hilfsmittel, von denen sich stets das eine oder das andere geeignet erweist, die Proportionen eines gotischen Bauwerks zu begründen und mit diesem empirisch gewonnenen Ergebnis die These aufs Neue zu stützen.

Aber weshalb sollten sich nur die Architekten des späteren Mittelalters dieser Hilfsmittel bedient haben? Mit solchen Figuren waren doch die Proportionen eines frühmittelalterlichen Klosters und die eines römischen Theaters genauso zu erklären wie die Proportionen griechischer Tempel, ägyptischer Gräber, chinesischer Pagoden, barocker Wallfahrtskirchen und klassizistischer Torbauten.

Wenn aber die Architektur aller Länder und Epochen dieser These gehorchte, weshalb nicht auch die Werke der anderen Künste? Keine Sorge: Auch das babylonische Rollsiegel, der Ludovisische Thron, Raffaels Sposalizio und Wieners Lilien sind demselben allumfassenden und unentrinnbaren Gesetz untertan.

Daß mit allen diesen Nachweisen ein schlüssiger Beweis zugunsten der These geführt sei, wird allerdings seit reichlich hundert Jahren mit mancherlei Argumenten bezweifelt oder gar bestritten.

So stehen zwei Auffassungen einander gegenüber: Auf der einen Seite das durch Veröffentlichungen alle Jahre erneuerte und bestätigte Credo, auf der anderen Seite Zweifel und Ablehnung oder gar die Meinung, auf diese nicht mehr diskutierbare Frage eine Antwort zu finden, sei besser einer späteren Generation überlassen. Aber die Frage besteht.

Um der Antwort näher zu kommen bin ich viele Wege gegangen, von denen sich manche als Sackgassen erwiesen. Sie waren hilfreicher als die Um- und Irrwege, denn nur sie lieferten den Beweis, daß an eben dieser Stelle unter den und den Voraussetzungen nicht weiter zu kommen war. Die Voraussetzungen abzuändern hieß aber, eine Antwort, die auf eine Nachbarfrage gefunden und dort einstweilen als zutreffend angesehen war, als irrig anzusehen. Nun hieß es für „falsch" und „richtig" eindeutige Kriterien festzustellen und ein Vorgehen ausfindig zu machen, das solche Kriterien liefern konnte, überdies nach Fehlerquellen zu suchen und deren Einflüsse wenigstens abzuschätzen. So wurde im schrittweisen Vorgehen immer deutlicher, daß ein Beantworten der gestellten Frage eine Vielzahl von Teilfragen einschloß, von denen sich jede einzelne nur zutreffend beantworten ließ, wenn die in ihrer Nachbarschaft liegenden Fragen richtig formuliert und zutreffend beantwortet waren. Aus diesem Netz der Teilfragen ließ sich eine einzige, weil sie von Nachbarfragen unabhängig war, herauslösen: Die Frage nach der Maßstäblichkeit der mittelalterlichen Bauzeichnung. Sie ließ sich im voraus wenigstens vorläufig beantworten[1]).

An Hand der Arbeitsprotokolle, aus denen das wechselweise Zusammenhängen der Teilfragen deutlich hervorgeht, wäre alles weitere am leichtesten darzustellen. Für den Leser wäre diese Art des Vorgehens jedoch mühsam. So mag die Darstellung der üblichen Gliederung folgen.

I. Zur These, gotische Baukunst sei proportioniert

Zunächst ist von der Entstehung und der Entwicklung der These, von der in 150 Jahren fast uferlos angeschwollenen Literatur also, zu berichten[2]).

Lediglich mitzuteilen, der eine Autor habe dieser, der andere jener Proportionsfigur den Vorzug gegeben und solche Mitteilungen auf die jüngere Literatur zu

[1]) *Hecht*, 1966

[2]) Die von *Hermann Graf* zusammengetragene Bibliographie (Bibliographie zum Problem der Proportionen — Literatur über Proportionen, Maß und Zahl in Architektur, bildender Kunst und Natur, Teil I: Von 1800 bis zur Gegenwart, Speyer 1958) umfaßt 900 Titel, von denen etwa 100 unser enger gefaßtes Thema angehen. In dieser Bibliographie sind einige der hier benützten Veröffentlichungen nicht genannt. Eine jüngere, 36 Druckseiten umfassende Bibliographie findet sich bei *F. Borsi*, Per una storia della teoria delle propor-

beschränken, dürfte nicht sinnvoll sein, denn zum einen sind Motive oder Gründe, die zur Wahl einer Proportionsfigur führten, wenigstens ebenso wichtig wie die getroffene Wahl selbst und zum anderen gehen von den vier Nebengründen, die in der jüngeren Literatur zugunsten der These vorgebracht werden, immerhin drei auf die Tage der Romantik zurück.

Motive und Gründe lassen sich nicht treffender und nicht kürzer wiedergeben als mit den Worten der Autoren selbst. Wenn aber die Vertreter der These zu Wort kommen, so ist es recht und billig, Äußerungen der anderen Seite nicht zu übergehen.

A. Die These im Widerspruch der Meinungen

Christian Ludwig Stieglitz 1820 (S. 122): „Nach körperlichen und kubischen, wie nach stetigen Verhältnissen, nach mittleren Proportional-Größen, wurden alle Formen, alle Größen auf das richtigste bestimmt. Hieraus entstand ein übereinstimmendes Ganzes, übereinstimmend mit sich selbst, mit der Natur und dem Gefühl, aus dem es hervorgegangen. Eines entfaltet sich aus dem anderen. Vom einfachen Ursprung verbreitet es sich in das Unendliche und aus der Einheit gehen, in allmählich durch Quadrat und Würfel fortschreitenden und zunehmenden Größen, nach heiligen Zahlen, die mannigfaltigsten Verhältnisse, die angenehmsten Formen hervor. Durch die Diagonale des Quadrats, welche die Alten den Geist nannten, entsteht ein Körper, der Würfel. Indem nun der Geist herausgeht und dem Ganzen eine Gestalt gibt, so wird er zum Logos, ein Wort aus Gottes Munde, aus der Einheit entsprungen. Diese Grundsätze schreiben sich aus dem höchsten Altertum her. Die Ägypter, die Indier, die Griechen und andere gebildete Völker der Vorzeit kannten sie und sie erhielten sich bei den Neugriechen, durch welche sie zu den Völkern der neueren Welt übergingen und, als bewährt und heilig verehrt, bei Bauwerken angewendet wurden".

Sulpiz Boisserée 1823 (I S. 39): „Wir entdecken in diesem ganzen Giebel- und Turmwerk [des Kölner Domes] ein Pyramidal-System, welches ... auf dem einfachen Grunde des gleichseitigen Dreiecks beruht", denn die Scheitelwinkel der Dachgiebel und die der Wimperge messen $51^1/_2°$, 49°, 47°, 45°, 40°, 38°, 36°, 35°, 32° und 30°, „so daß alle sich mit wenigen Abweichungen verhalten wie die Zentriwinkel eines regelmäßigen Sechs-, Sieben-, Acht-, Neun-, Zehn-, Elf- und Zwölfecks. Die Helme der Haupttürme sind zu 15° entworfen, und so sind auch die Helme vieler kleinen Türme an den Strebepfeilern und Widerhaltern gebildet, die Helme der kleineren Türmchen jedoch meist zu 10°, und jene der kleinsten zu 5°, woraus sich ergibt, daß sämtliche Turmspitzen sich wie die Zentriwinkel eines Vierundzwanzig-, Sechsunddreißig- und Zweiundsiebenzigecks verhalten". — (II S. 3) Die Länge des Querhauses verhält sich zur gesamten Länge des Domes wie 5 : 9. Dieses Verhältnis „scheint aus der Figur genommen zu sein, womit Euklides im ersten Satz seiner Elemente das gleichseitige Dreieck konstruiert ... Es ist demnach keinem Zweifel unterworfen, daß jene Figur, wodurch die Grundgestalt der alten Kirchenbaukunst, das gleichseitige Dreieck ... konstruiert wird, ... dem Baumeister zum Entwurf der Hauptteile des Grundrisses gedient habe".

---

zioni, Florenz 1967. Veröffentlichungen des 17./18. Jahrhunderts (z. B. *F. Blondel*, Cours d'Architecture, vol. V, Paris 1683, p. 778 und J. J. Schübler, Synopsis architecturae civilis ecleticae, Nürnberg 1732) blieben außer acht. — Die Hauptbibliothek der Technischen Universität Braunschweig hat keine Mühe gescheut, mir diese Literatur, soweit sie nicht in der Lehrstuhlbibliothek vorhanden war, im Auswärtigen Leihverkehr zugänglich zu machen. Ich danke für diese Hilfestellung.

Johann Metzger 1835 (S. 2): „Nicht selten finden wir die Sehnen der Bogen der gotischen Gewölbe, der Türen- und Fensteröffnungen, nach Winkeln zusammengesetzt, die identisch sind mit gleichseitigen und gleichschenkligen Dreiecken und den Winkeln von 36, 60 und 72°, welche aus der Kreisteilung hervorgehen".

Christian Ludwig Stieglitz 1837 (S. 535): „In dem Grundplane der Kirchen galt eine Zahl, aus geometrischen Elementen hervorgehend, als vorherrschend, worauf bei der Anordnung der Teile Rücksicht genommen wurde. Diese Zahl ist zunächst aus dem Vorsprunge oder Schlusse des Chores und den ihm gegebenen Seiten zu erkennen". — (S. 538 ff.) „Erhielt der Chor eine dreiseitige Vorlage, aus dem Achtecke konstruiert, dann zeigt sich auch die Acht in anderen Teilen der Kirche. Vier oder acht Pfeiler stehen auf jeder Seite des Schiffes; die ganze Länge der Kirche beträgt acht Einheiten, oder es sind dem vorderen Teile derselben, bis zur Vierung des Kreuzes, vier Einheiten in der Länge gegeben ... Sind die drei Seiten des Chorschlusses aus dem Sechseck konstruiert, so ist die Sechs als die Grundzahl anzunehmen ... Hat der Schluß des Chores fünf Seiten, so ist auch die Fünf im Innern sichtbar ... Auch auf die Angabe der Fenster scheint die Grundzahl Einfluß gehabt zu haben ... Auch bei der Länge der Kirche wurde die angenommene Grundzahl berücksichtigt ..." — (S. 540) „Die Wurzel des Quadrats, welches zum Grunde der ganzen Anlage der Kirchen genommen wurde, ist die Einheit, das Grundmaß, das die Größe aller Teile bestimmt. Dieses zeigt sich stets in der Vierung des Kreuzes und im Schiffe, dessen Breite der Einheit gleich ist". — (S. 543) „... die Diagonale des Grundquadrats, die Diagonale des Kubus und die Einheit wechseln bei den Höhen miteinander ab. So nehmen die Höhen steigend zu, und durch Versetzung der Höhen kann manche Veränderung stattfinden"[2a].

Bernhard Grueber 1839—41 (II S. 1): „... die verschiedenen geometrischen Formen, welche sich aus dem Drei- und Sechsecke, aus dem Quadrate, dem Achtecke und den regelmäßigen Polygonen entwickeln, [bilden] das Wesen des christlichen Baustils und der Grundriß wie jeder einzelne Teil läßt sich auf diese rein geometrische Konstruktion zurückführen". — (II S. 34) Es ist „zweckmäßiger, die Entfernung von einer Säulenachse zur andern nach dem Längendurchschnitte als Grundmaß anzunehmen und das aus dieser Größe gewonnene Viereck als Grundquadrat zu bezeichnen, weil in der teutschen Bauperiode häufig die Diagonale des Viereckes, welches zwischen zwei Säulen nach der Längenstellung gelegt ist, die Breitenverhältnisse bestimmt".

Friedrich Hoffstadt 1840 (S. VI): „Alle Formen wurzeln ... in geometrischen Grundfiguren, mithin in den ewigen und unveränderlichen Gesetzen der Geometrie ... Der Kreis aber ist die eigentliche Grundgestalt, durch deren Einteilung mit dem Zirkel — durch das Kreisteilungsgesetz — die Konstruktion sämtlicher Vielecke am richtigsten sich ergibt. Unter diesen bilden die Hauptfiguren des gleichseitigen Dreiecks und des Quadrats die eigentlichen Schlüssel zum gotischen Stile, aus deren Durchkreuzung oder Übereckstellung über und ineinander die wichtigsten Konstruktionen der Grundformen und zugleich die meisten anderen Vielecke, als das Sechs-, Acht-, Neun-, Zwölf-, Sechzehneck usw. hervorgehen. Außer diesen sind noch besonders anzuführen das Fünfeck, aus welchem das Zehneck und das Siebeneck, aus welchem das Vierzehneck entspringt". — (S. 176) Als Grundmaß gilt weder das Jochmaß, noch die Seitenlänge der Vierung. „Vielmehr ist dasselbe lediglich in der Quadratur des Chorschlusses zu suchen ..., daß hierin schon von vornherein die Möglichkeit einer unendlich verschiedenartigen Gestaltung des Ganzen gegeben ist, leuchtet von selbst ein."

Sulpiz Boisserée 1842 (S. 36): „Wie bei dem Grundriß, so wurde auch bei dem Aufriß das Gesetz des gleichseitigen Dreiecks überall durchgeführt".

2a) Ähnlich *Stieglitz* 1834, II, S. 49 ff.

Carl Alexander Heideloff 1844 (S. 17): „Die Meister ... machten die Projekte, die Aufrisse, die Grundpläne nach dem ... Grundsatz des Acht- und Sechsorts, um das richtige Maß der Proportionen ... zu finden".

Carl Alexander Heideloff 1849—51 (I S. 27): „Es war des Maurers rechts Studium ... einzudringen in die Mysterien der Darstellung des Achtorts als Urmaß, worauf aller Teile Verhältnisse sich reduzieren lassen mußten ... Die genaueste Berechnung, meist nach kubischen Verhältnissen, lag den Konstruktionen des Ganzen und seiner Teile zu Grund".

Carl Schnaase 1850 (IV S. 314): „Mehrere, namentlich Deutsche, haben geglaubt, den Schlüssel des Geheimnisses, das Grundprinzip der Konstruktion, welchem die Werke des Mittelalters ihre Schönheit verdanken, gefunden zu haben. Sie sprechen von Grundzahlen, Grundmaßen und Grundfiguren, also von arithmetischen und geometrischen Prinzipien, welche bei der Ausbildung der einzelnen Teile geleitet hätten". — (S. 319) „In romanischen Bauten kann man meistens die Breite des Mittelschiffs als die Einheit betrachten, nach welcher sich das Übrige richtet, im gotischen ist es bald diese Dimension, bald der Pfeilerabstand von Achse zu Achse gerechnet (Anm. Grueber ... und Hoffstadt ... enthalten darüber nähere Angaben, aus denen sich aber mehr als die Verfasser beabsichtigen, das Schwankende und Beliebige in der Anwendung solches angeblichen Grundmaßes ergibt). In vielen, ja man kann sagen, in der Mehrzahl der Gebäude aus besserer Zeit gibt aber keine von beiden Linien und überhaupt kein an dem Gebäude angewendetes Längenmaß den genauen Maßstab für die anderen Dimensionen, und nur in Kirchen aus der letzten Zeit des gotischen Stils mag sich zuweilen ein pedantisches Festhalten solcher Maße und Zahlenverhältnisse finden". — (S. 327) „Obgleich hienach Quadratur und Triangulatur ungeachtet ihrer volltönenden Namen wirklich nichts anderes als mechanische Hilfsmittel für die Konstruktion von Polygonwinkeln und schwierigeren Gliederungen waren, ist es dennoch begreiflich, daß sie dem einfachen Steinmetzen, der ihre Gründe nicht kannte, rätselhaft und, da sie ihn zu feinen und künstlichen Arbeiten wunderbar befähigten, wie ein Arcanum erschienen, und daß diese Überschätzung in der Zeit des Verfalls zunahm".

Johann Kreuser 1851 (S. 397): „Jetzt gibt es Leute, welche die Quellen der Kunst in der mittelalterlichen Kenntnis der Geometrie und den Geheimnissen des Zirkels suchen. Es ist ein hübscher Glaube, aber ich kann ihn nicht teilen. Die Geometrie hat immer wenig mit künstlerischer Einbildungs- und Schöpferkraft gemeinsam gehabt, und wir sind größere Geometer als die Alten ahnen konnten, sind aber dennoch keine Künstler und können aus dem Dreieck eben nichts herausbauen als ein Dreieck. Die Quelle des Kunstgeistes sitzt anderswo ..."

Adolf Zeising 1854· Im goldenen Schnitt erkannte Zeising das Regulativ der Proportionen des menschlichen Körpers, der Sternbilder, Kristalle und Pflanzen, der Poesie, Wissenschaft, Ethik und Religion. (S. VIII) „... ich habe ... darzutun gesucht, daß die ästhetische Wirkung der vorzugsweise als schön anerkannten Bauwerke ... auf der mehr oder minder vollkommenen Darstellung des hier erörterten Grundverhältnisses beruht".

August Reichensperger 1856 (S. 63): „Der Gedanke eines jeden wahren Kunstwerkes ist, seinem letzten Grunde nach, wesentlich mathematischer Natur, seine obersten Gesetze sind die Gesetze der Mathematik". — (S. 127f.) „Da man allerwärts Verschiedenheit erblickte, schloß man auf Willkür ..., während der mittelalterlichen Kunst nur feste, man darf fast sagen abstrakte Normen, Bildungsgesetze zum Grunde liegen. Es ist ein geometrisches Schema, dessen Netzwerk nirgendwo unmittelbar in die Erscheinung tritt ..." — (S. 161) „Im Vollbesitze des Wissens wie der Berechtigung war der Meister. Er kannte den ‚rechten Steinmetzengrund'; er wußte das Acht- und Sechsort und die übrigen Konstruktionsschlüssel zu deuten und anzuwenden ..."

Ernst Förster 1862 (S. 7): „Täuschen wir uns aber nicht, als ob das Rätsel der Schönheit wirklich und unwidersprechlich gelöst wäre! Auch mit dem Zauber-Maßstab des goldenen Schnittes in der Hand wird der Unberufene im Finstern tappen, und nur dem Feingefühl des Kunstgenius wird es gelingen, das Schöne zu erschaffen und lebenerfüllt und entzückend vor die Sinne zu stellen".

M. Viollet-le-Duc 1869 (VII S. 534): «Les triangles acceptés par les architectes du moyen âge comme générateurs de proportions sont: 1° le triangle isocèle rectangle; 2° le triangle que nous appelons isocèle égyptien ... 3° le triangle équilatéral. Il est évident que tout édifice inscrit dans l'un de ces trois triangles accusera tout d'abord une stabilité parfaite ...». — (VII S. 546) «Ces méthodes permettaient un tracé rapide, et toujours établi d'après un même principe pour chaque édifice. C'est qu'en effet les architectes qui tentent aujourd'hui d'élever des constructions suivant le mode dit gothique, s'ils veulent (comme cela se pratique habituellement) suivre leur sentiment, composer sans l'aide d'une méthode géométrique, se trouvent bientôt acculés à des difficultés innombrables ... Il est certain que si les maîtres du moyen âge avaient composé ainsi dans le vague, sans méthodes fixes, nonseulement ils n'auraient jamais pu trouver le temps de construire un aussi grand nombre de monuments, mais encore ils n'auraient point obtenu cette parfaite unité d'aspect qui nous charme et nous surprend encore aujourd'hui.»

L. Sonnenburg 1881 (S. 13f.): „... nicht allein in der Pflanzenwelt, auch in allen Teilen des tierischen und menschlichen Körpers, bei allen Gebilden der Baukunst, der Plastik und Malerei, bei allen Produkten der Technik von der Robe nach Maß und Schnitt bis zur Axt des Ansiedlers im fernen Westen sollte alle Schönheit und Brauchbarkeit auf der Anwendung des goldenen Schnittes beruhen. Selbst in der Metrik mußte der Hexameter danach geteilt sein. Um die Fähigkeit zu solchen Leistungen an dieser einfachen Konstruktion hervortreten zu lassen, muß man dieselbe einer arithmetischen Behandlung unterziehen. Auf das Resultat derselben wird von denen, die an die Sache glauben, das größte Gewicht gelegt. Aber durch eine genauere Betrachtung des Weges, auf dem man zu den Resultaten gelangt, kann man sich überzeugen, daß dieselben weder mit der Natur noch mit der Kunst etwas zu tun haben können, und die Beschaffenheit derselben zeigt auch, daß die Anwendung des goldenen Schnittes außerhalb der Mathematik ein bloßes Spiel mit Worten sind".

August Thiersch 1883 (S. 37)[3]: „Viel Geist und Arbeit ist in fruchtlosen Versuchen verschwendet worden, um einfache Zahlenverhältnisse oder geometrische Beziehungen aufzufinden, welche als Kanon für die drei räumlichen Abmessungen eines Bauwerks gelten könnten. Richtige Beobachtungen sind oft mit willkürlichen Vermutungen vermischt". — (S. 38) „Wir suchen also nach einem Gesetz, das sich mit der Mannigfaltigkeit der Formen verträgt und sich unter den verschiedensten Bedingungen bewährt ... Es ist die stetige Proportion überhaupt und die Ähnlichkeit der Figuren ... Wir finden durch Betrachtung der gelungensten Werke alter Zeit, daß in jedem Bauwerk eine Grundform sich wiederholt, daß die einzelnen Teile in Form und Anordnung ähnliche Figuren bilden ... das Harmonische entsteht erst durch Wiederholung der Hauptfigur des Werkes in seinen Unterabteilungen".

Heinrich Wölfflin 1889 (S. 278): „Nach den glänzenden Entdeckungen im Gebiete der Proportionalen, die wir August Thiersch verdanken, kann in dieser Sache grundsätzlich nichts Neues mehr gesagt werden. Jeder Fortschritt in der Erkenntnis des Wesens schöner Proportionalität wird nur eine Erweiterung des Thierschischen Gesetzes sein". — Thiersch antwortete (ebenda S. 328), er sei „mit dem Versuch, die Theorie nach dieser Seite zu erweitern, nicht einverstanden".

---

[3]) Die Seitenzahlen der Zitate folgen der 3. Auflage, 1904.

Karl Mohrmann 1890 (S. 273): „Man hat vielfach versucht, nach Überlieferungen und Messungen bestimmte geometrische Beziehungen in allen Teilen der alten Bauwerke in Grundriß und Aufriß aufzudecken und in ihnen das ‚arcanum magistri' vermuten wollen. Daß Wiederholungen gleicher oder ähnlicher Teile, gesetzmäßige stetige Längenabnahmen, sowie manche geometrische Teilungen, die sich aus dem regelmäßigen Sechseck oder Achteck, aus dem Verhältnis der Quadratseite zur Diagonale usw. herleiten lassen, viel dazu beitragen können, den Eindruck eines Kunstwerks ruhig, klar und ansprechend zu machen, ist sattsam bekannt und ist den alten Meistern ebenso wenig entgangen als den neueren. Man scheint sogar im Mittelalter, besonders in der Spätgotik, solche Ausmittelungen der Längen mit Fleiß geübt zu haben ... Daraus aber schließen zu wollen, daß ein ganzes Bauwerk im Großen und Kleinen in ein starres, immer wiederkehrendes Zirkelgewebe gezwängt sei, ist selbst für die späteren Werke etwas gewagt, für die Schöpfungen der Frühzeit aber im Widerspruch stehend zu deren eigenem Ausweis".

Georg Dehio 1894 (S. 15): „... *immer erweist sich in der betreffenden Projektion das Verhältnis von Breite zu Höhe oder von Breite zu Länge als Produkt aus einem ständigen und einem beweglichen Faktor: Der ständige ist das aus der Breite gebildete gleichseitige Dreieck, der bewegliche, ins freie Belieben gesetzte der die Höhe ergebende Multiplikator*".

Jakobus Reimers 1894 (S. 371) in einer Besprechung dieser Schrift Dehios: „Im Gegensatz zum Verfasser wird ... eine Triangulation der mittelalterlichen Bauwerke als erwiesen nicht angenommen werden können".

Georg Dehio 1895 (Proportionsgesetz, S. 36): „Unsere Untersuchung hat ... in einer auf *drithalbtausend Jahre sich erstreckenden Reihe von Bauwerken, die einen großen Teil, von dem umfassen, was nach dem consensus gentium das beste ist, ... immer dieselbe, mathematisch bestimmt ausdrückbare Hauptproportion wiederkehrend gezeigt*". Diese *Proportion ist im gleichseitigen Dreieck begründet.*

Hans Auer 1896 (S. 192) in einer Besprechung dieser Schrift Dehios: „Indessen geben uns jene vereinzelten Beispiele, wo das Triangulationsdreieck zu stimmen scheint, kein Recht, dasselbe zu einer so allgemein verbreiteten Regel zu erheben, wie D. annimmt ... Da fällt vor allem auf die Ungleichheit, ja Inkonsequenz in der Wahl der entscheidenden Eckpunkte des Dreiecks ... Es ist einleuchtend, daß sich auf diese Art immer Punkte finden lassen, und wenn es trotzdem einmal nicht stimmen will, so wird die Aufnahme oder Rekonstruktion als ungenau bezeichnet ... nach solcher Methode läßt sich jede Proportion in einer Zahl von Bauwerken nachweisen". — In seiner Antwort (ebenda S. 328) verteidigte Dehio seine Methode und wies den Vorwurf, er habe es mit der Authentizität seiner Zeichnungen nicht ganz genau genommen, entschieden zurück. — Auer antwortete (ebenda S. 411), Dehio habe alte, unsichere Aufnahmen benutzt und sei „in der Tendenz der Verallgemeinerung seines Dogmas zu weit gegangen. Und etwas anderes als eine Glaubenssache kann seine Lehre nicht sein, in der jeder Leser soweit mitgehen wird, als seiner Empfindung entspricht: die Einen lehnen sie bekanntlich ganz ab — Andere akzeptieren sie vielleicht vollinhaltlich, und die Dritten — zu denen ich gehöre — lassen einige Fälle gelten als Beispiele individueller Aufnahme des gleichseitigen Dreiecks als Basis architektonischen Schaffens. Aber weder für alle von Herrn D. vorgeführten, noch für eine engere Auswahl sind Beweise erbracht, und wenn der Verfasser an einer Reihe von Denkmälern ein ‚gleichartiges geometrisches Verhalten' herausfindet und dadurch genötigt zu sein glaubt, ‚auf eine mit Bewußtsein geübte und von Geschlecht zu Geschlecht vererbte Regel' zu schließen — so scheint uns die große Mannigfaltigkeit in der Lage der Dreieckspunkte doch eben nicht für ein gleichartiges Verfahren zu sprechen. Welchen Wert hat überhaupt eine Norm, die in jedem einzelnen Fall in anderer Weise durchgeführt wird?"

Karl Mohrmann 1897 (Proportionsgesetz, S. 66) in der Besprechung der beiden Veröffentlichungen Dehios: „Das Vorgehen hat zwei Mängel: Einmal die bekannte, oft empörende Ungenauigkeit sog. bester Aufnahmen und dann die verzeihliche menschliche Schwäche, leicht das zu finden, was mit Liebe gesucht wird". Die Eckpunkte der Dreiecke lägen gar zu frei: Die Länge der Basis richte sich hier nach einer Nische, dort nach einer Türe, anderswo nach einer Mauerflucht; einmal liege die Basis in Fußbodenhöhe, ein andermal in Sockelhöhe; die Spitze des Dreiecks bezeichne nach Belieben die Unterkante, die Oberkante oder eine sonstige Linie im Gesims. „Unter solchen Umständen möchte ich behaupten, daß sich mit dem gleichen Anschein von Wahrscheinlichkeit verschiedene andere Figuren in dazu ausgewählte Aufnahmen eintragen lassen. Beispielsweise ist es mir unschwer gelungen, in die 15 ersten und in beliebig herausgegriffene andere Abbildungen Dehios ebenso viele und ebenso wahrscheinliche Quadrate einzuzeichnen, wie gleichseitige Dreiecke darin liegen oder ungezwungen eingefügt werden können. Bei dieser Unsicherheit kann man dem Verfasser nicht wohl folgen, wenn er Schlüsse auf die Richtigkeit von Aufnahmen oder den einstigen Zustand von verstümmelten Bauten wagt".

Alhard v. Drach 1897 (S. 1): Aus den beiden Veröffentlichungen Dehios „geht hervor, daß etwas an der Sache ist, d. h. daß im Mittelalter der Triangel tatsächlich als Norm für die Proportionierung gedient hat. Hiervon überzeugt begannen wir unsere Untersuchung ..." — (S. 2) „Es zeigte sich denn auch schon bei unserem ersten Versuch ..., daß die Triangulation mit Hilfe des gleichseitigen Dreiecks es nicht vermag, alle Verhältnisse des Gebäudes zu erklären, sondern daß ... eine mit der Quadratur zusammenhängende Methode, welche wir als $\pi/4$-Triangulatur einführen, bestimmend gewesen ist ... Wir glauben darin den ‚Gerechten Teutschen Steinmetzen Grund' ... erkannt zu haben."

Karl Mohrmann 1897 (Hüttengeheimnis S. 192) in einer Besprechung der eben genannten Veröffentlichung: „Die schwache Seite ist auch bei dieser Arbeit wieder die Eintragung der Dreiecke in die Aufnahmezeichnungen".

Dehio-Bezold 1901 (S. 567f.): „Indessen genügen schon die oben nachgewiesenen ... Bauten ... um zu erkennen, daß die auf dem Mailänder Architektenkongreß diskutierten Methoden [der Quadratur und Triangulatur] eine sehr alte Tradition hinter sich haben. Daneben darf aber auch die andere Tatsache nicht außer acht gelassen werden, daß es ebenfalls ausgezeichnete Bauten gibt, an denen weder von Quadratur noch von Triangulatur etwas zu entdecken ist. An sich wäre es durchaus denkbar, daß das Mittelalter sich außer diesen auch noch anderer geometrischer Methoden bedient hätte. Viollet-le-Duc hat in mehreren Fällen die Anwendung des ägyptischen Dreiecks nachweisen zu können geglaubt; Alhard von Drach glaubt dasselbe von der $\pi/4$-Triangulatur; Zeising hat auf den goldenen Schnitt hingewiesen. Bei diesen komplizierten Verfahrungsarten fängt die Nachprüfung an sehr schwierig zu werden. Darauf einzugehen liegt nicht im Zweck dieses Kapitels. Wir wollen nur bemerken, daß es falsch wäre, solchen Möglichkeiten gegenüber sich von vornherein ablehnend zu verhalten. An der Tatsächlichkeit der Triangulatur darf, angesichts des doppelten Zeugnisses der Urkunden und der Denkmäler, nicht weiter gezweifelt werden ..."

Konrad Lange 1901 (S. 302): Das wichtigste Proportionsprinzip „ist der goldene Schnitt, dessen ästhetische Bedeutung zuerst der Philosoph Zeising 1854 zu begründen versucht hat ... Diese Theorie ist nicht nur als sie auftauchte von nüchternen Forschern ernst genommen worden, sondern wird auch noch jetzt von zahlreichen Menschen als erwiesen angesehen, ein Zeichen, daß gerade die phantastischsten und am ungenügendsten begründeten Behauptungen, wenn sie nur einem gerade herrschenden Bedürfnis nach mystischer Unklarheit entgegenkommen und außerdem scheinbar mathematisch exakt bewiesen werden, den größten Anklang finden." — (S. 308f.) „... es gibt noch jetzt eine Menge Ästhetiker und Laien, die sich einbilden, die wirklich guten Schöpfungen der Architektur und des Kunsthandwerks seien nach einem Proportionsprinzip geschaffen, das mathematisch genau formuliert werden könne. Auch hier fordert der goldene Schnitt fast jedes Jahr ein literarisches Opfer. Mit der größten Leichtfertigkeit wird immer wieder von dilettantischen Architekten oder Kunstschriftstellern die Behauptung aufgestellt, dieses oder jenes Bauwerk sei im goldenen Schnitt geteilt, und es gibt Laien, die angesichts solcher Behauptungen in Ehrfurcht ersterben und sich von dem Gefühl der geheimnisvollen überirdischen Bedeutung der Zahlen kalt durchschauern lassen." — (S. 309) „Man muß seine [Zeisings] Messungen einzeln durchnehmen, wenn man sich von der bodenlosen Willkür überzeugen will, mit der hier durch bloßes Herumprobieren mit dem Zirkel auf dem Papier Gesetze nachgewiesen werden, die niemals bestanden haben und niemals bestehen werden. Natürlich bietet jedes Bauwerk eine Menge verschiedener Teilungspunkte, die bei jeder solchen Messung zur Verfügung stehen. Paßt der eine nicht, so paßt vielleicht der andere, man kann auf diesem Wege beweisen, was man will."

Max Hasak 1902 (S. 208): „Haben sich die mittelalterlichen Baumeister besonderer Hilfslinien beim Entwerfen ihrer Gebäude bedient? Sicherlich. Hierfür spricht zweierlei. Erstlich, daß sich diese Hilfslinien noch heutzutage aus den vorhandenen Bauten ergeben und sich in dieselben hineinzeichnen lassen; fürs zweite, daß sich mittelalterliche Belegstellen und Zeichnungen darüber erhalten haben". — Hasak zeichnete parallele „Hauptrichtungsschrägen" z. B. in den Querschnitt des romanischen und des gotischen Bauzustandes der Marienkirche zu Magdeburg und fügte hinzu (S. 210): „Halsstarriger kann man doch kaum an den Richtungslinien hängen, und schlagender dürfte sich kaum ein Beweis für die hier angegebene Lösung erbringen lassen!" — Die Richtungsschrägen bilden mit den Horizontalen und Vertikalen des Bauwerks jeweils ein Dreieck. (S. 214) „Und zumeist entstehen gerade die drei Dreiecke, welche Viollet gefunden hatte ... Durch die vom Verfasser hier aufgestellte Theorie werden alle Beobachtungen Viollet's erklärt und außerdem bedeutend erweitert. Nicht, weil man gewisse Dreiecke hineinzeichnen kann, sind die Bauten schön, sondern weil die in das Auge fallenden Punkte derselben auf durchgehenden oder parallelen Schrägen angeordnet sind und so von selbst auf jedes Auge einen wohltuend beruhigenden Eindruck ausüben, deswegen wirken all diese Bauten so meisterhaft." — Hasak berief sich auf die Querschnitte des Mailänder Doms nach Stornaloco, Cesariano und Rivius, in denen verschieden große Dreiecke mit parallelen Schrägseiten eingetragen sind. (S. 218) „Gegen die vom Verfasser hinsichtlich der Richtungslinien aufgestellte Ansicht könnte man einwerfen: Nun, da sind ja die Dreiecke genannt; also wird man doch mit Hilfe der Dreiecke verfahren haben. Daß man nicht mit Hilfe der Dreiecke, sondern mit Hilfe paralleler Linien die einzelnen Punkte bestimmt hat, zeigt jedoch Fig. 290 [hier Abbildung 1]. Der Ausdruck ‚Dreieck' ist ersichtlich eine abgekürzte Bezeichnung — ein Terminus technicus, den die Italiener seinem Wesen nach vielleicht gar nicht einmal verstehen. Ihr Baukönnen ist ja ein sehr geringes."

Fritz Hoeber 1906 (S. 26): „Als Prinzip romanischer Baunormierung ist längst das Quadrat — sowohl für Grundriß wie für Schnitt und System — erkannt: Über das Primitive dieses Rationalisierungssystems wird noch zu reden sein ... Ein weit höher entwickeltes System ist dagegen das gotische der Triangulatur: Lassen wir vorerst alle anderen nebensächlichen Abarten fort, und beschränken uns auf den reinen Begriff des Dreiecks: auf die Haupttriangulation mit dem gleichseitigen Dreieck. Der entscheidende Fortschritt bezüglich Organisation gegenüber dem romanischen Proportionsquadrat springt hier sogleich in die Augen: in der Gotik: das arithmetisch-irrationale, geometrische Verhältnis von Dreiecksgrundlinie zu Perpendikel, in der Romanik: die arithmetische Gleichung der Quadratseiten! Soweit wäre das Prinzip sehr schön organisch, zugleich einfach und kompliziert genug!" — (S. 32) „Speziell lassen sich nun als Wegweiser für proportionstheoretische Untersuchungen nur folgende beiden Regeln aufstellen: 1. Die organischen Stile ... ziehen lineare Proportionen vor, da es sich bei ihnen im wesentlichen um nach bestimmten Richtungen tendierende Triebkräfte handelt. — Die Raumstile ... ziehen mehr Flächenproportionen vor, da hier die Kräfte nicht mehr in Aktion sind, sondern sich alles schon in rhytmische Massen gelagert hat. Dort noch imperfekte Vorgänge, hier schon nur perfekte Zustände! — 2. Für die primitiven Stile kommen mehr die arithmetischen, für die entwickelteren Stile mehr die geometrischen Proportionen in Betracht. Oder anders — freilich sehr roh ausgedrückt: Bei den primitiven Stilen lassen sich Proportionen am besten durch Zahlen oder auf rechnerischem Wege finden: bei den entwickelteren ist eine geometrisch-zeichnerische Methode: Anwendung von Figuren u. s. f. wohl am angebrachtesten. Diese beiden sehr allgemeinen Richtlinien sind die einzigen, die man der Proportionstheorie vorzeichnen darf". — (S. 107) „Das basilikale Querschnittschema des mittelalterlichen Kirchenbaus ... ist seiner ganzen Struktur nach auf die Triangulation angewiesen ..."

Karl Wyneken 1907 (II S. 92): „Es hieße offne Türen einstoßen, sollte noch umständlich nachgewiesen werden, daß sie [die Gotiker] ihre Bauwerke auf Konstruktionen und Berechnungen überhaupt stützten, das Nähere darüber aber streng geheim hielten".

Hendrik Petrus Berlage 1908 (S. 1): „Ich bin ... zu der Überzeugung gekommen, daß die Geometrie ... für die Bildung künstlerischer Formen nicht nur von großem Nutzen, sondern sogar von absoluter Notwendigkeit ist". — (S. 22) „Verschiedene Studien der mittelalterlichen Architektur haben gezeigt, daß die Baumeister der romanischen und gotischen Dome die Mathematik, und zwar die Geometrie zur Bestimmung der Verhältnisse zu Hilfe genommen, anfangs für die Lösung ihrer Grundrisse, später auch für die Bestimmung der Aufrisse, und daß dabei das Dreieck und das Quadrat eine Hauptrolle gespielt haben".

Johann Knauth 1908 (S. 20): „Die Ergebnisse meiner Untersuchungen am Langhaus des Straßburger Münsters kann ich kurz dahin zusammenfassen: Die sämtlichen charakteristischen architektonischen Punkte sind nach bestimmten geometrischen Verhältnissen verteilt, und zwar zeigen die verschiedenen Projektionen, also Grundriß sowohl wie die Aufrisse, stets das Zurückgehen auf dieselbe einfache geometrische Grundform. Diese Grundform ist in ihrem Prinzip das Quadrat mit dem eingezeichneten Dreieck, einem Dreieck, welches also mit dem Quadrat gleiche Grundlinie und Höhe hat ... Mit Hilfe dieser Grundfigur ermitteln sich nach gewissen Regeln die Abmessungen der sämtlichen Einzelheiten, und zwar von den kleinsten Gebilden bis zur Gesamtanlage ..."

Karl Staatsmann 1910 (I S. 152): „Jedenfalls müssen zur Ableitung von Bauproportionsregeln alle Teile des Gebäudes auf das gewissenhafteste vermessen werden, das Gemessene ist kontrollierbar (am besten mit eingeschriebenen Maßen) in große Pläne einzutragen, Kontrollmaße sind reichlich zu nehmen, alle Niveau-Verhältnisse, insbesondere der Fußböden, Kämpferhöhen, Gewölbescheitel, sind anzugeben, in Kirchen sind nicht nur ein Gewölbejoch zu vermessen, sondern alle, die Deformationen sind anzugeben, die Bauveränderungen durch Ein- und Umbau, die Proportionsstudien sind an großen kotierten Aufnahmeplänen zu machen, auch etwa unter Beiziehung mathematischer rechnerischer Grundlagen. Es ist davor zu warnen, auf Grund kleiner, stark reduzierter Zeichnungen und Aufnahmen mit scheinbar regelmäßigen Proportionsgesetzen und Hilfslinien bindende Schlüsse zu ziehen, zumal wenn solche Pläne nicht mit der Wirklichkeit genau übereinstimmend festgestellt sind. Das „Durchgehen" von Linien „irgendwo" ist mit Vorsicht zu betrachten, denn irgendwo laufen sie meist durch. Es kommt aber doch auf eine systematische Anordnung und Verlaufsweise der Linien an ... Auf Grund solcher Erfahrungen sind die Mitteilungen in bisher erschienenen Buchwerken zu beachten".

Emil Michael 1911 (S. 36): „... Daß Männer von der rein handwerksmäßigen Bildung dieser Steinmetzen nicht die Dome des Mittelalters erbaut haben, welche das höchste Maß künstlerischer Schöpferkraft und die vielseitigste Technik voraussetzen, scheint ohne weiteres klar. Trotzdem hat man behauptet und behauptet noch, daß Steinmetzen die Wunderwerke der Gotik geschaffen hätten. Was die fortgeschrittene, aufgeklärte Gegenwart nicht mehr zustande bringt, das gelang dem „rückständigen", „finstern" Mittelalter: schlichte Handwerker von sehr beschränkter Schulung haben Werke hervorgezaubert, die von den begabtesten Architekten der Gegenwart als wahrhaft klassische Kunstleistungen allerersten Ranges bewundert werden; kurz, es liegt eine Wirkung ohne Ursache vor. Aber, sagt man, wenngleich der Steinmetz aus sich die gewaltigen Kathedralen, die Burgen, die Rathäuser und die Stadtmauern des Mittelalters zu bauen nicht in der Lage war, so wurde er dazu befähigt durch die Geheimnisse der Hütte. Indes diese angeblichen Geheimnisse der Hütte sind doch schließlich Menschenwerk. Was nun die Menschen des Mittelalters ohne Vorlage, nur durch die Kraft ihres Geistes erfunden haben sollen, das zu entdecken müßte auch einem modernen Menschen möglich sein. Es wäre gar nicht nötig, daß er auf der Höhe eines mittelalterlichen Genies stünde. Der Moderne hätte nicht schöpferisch zu entwerfen, sondern nur den ungezählten mittelalterlichen Bauten in den verschiedensten Erdstrichen der alten Welt die leitenden Grundsätze zu entnehmen, das geheimnisvolle Schema, nach denen sie angeblich von Handwerkern errichtet worden sind. Es wäre bei der ungeheuren Zahl der Kunstwerke eine Induktion im großartigen Maßstabe möglich, und gäbe es eine Formel, nach der ungebildete Leute so staunenswerte Leistungen hervorgebracht haben, so müßte es möglich sein, diese Zauberformel von den Steinen abzulesen. Bisher hat man nichts derartiges entdecken können, und man wird nichts entdecken, weil es eine solche Formel, solche Geheimnisse nicht gibt. Die hier in Frage kommenden Bauten weisen bei aller Gesetzmäßigkeit die größte Mannigfaltigkeit auf, und ihr einziges Geheimnis ist die Begabung des seine Kunst souverän beherrschenden Baumeisters".

Julius Haase 1911—19 (V S. 99): „In den Abmessungen des Kölner Domes sind „neben rationalen auch mehrfach irrationale Verhältnisse" festzustellen". — (V S. 102) „Die Länge von sieben römischen Fuß [ist] das eigentliche Einheitsmaß des ganzen gewaltigen Baues". — (V S. 152f.) Es gelang darzulegen, „daß sich ... am Dome zu Köln ... mit Hilfe der Quadratur und Triangulatur ... die wichtigsten Abmessungen für die Ausgestaltung des Lang- und Querhauses, des Chors und der unteren Turmgeschosse auf geometrischem Wege unmittelbar konstruieren lassen, obgleich daraus nicht nachgewiesen werden soll, sondern nur vermutet werden kann, daß der alte Meister eine solche Art der geometrischen Konstruktion bei seinem Entwurfe benützt hat, um die Hauptmaße zu ermitteln oder nachzuprüfen und zu berichtigen." — (VII S. 129) Im 45°-Dreieck erhält man durch Loten „gegen die Dreiecks-Spitze abnehmende, im geometrischen Verhältnis zu einander stehende Teile der Dreieckshöhe. Diese Teile wurden nun neben der Gesamthöhe des $\pi/4$-Dreiecks und gleichseitigen Dreiecks in den mittelalterlichen Bauten zur Bestimmung der verschiedenen Abmessungen benützt, indem man als Ausgangs-Basis dieser beiden Arten von Dreiecken eine ganz bestimmte, aus anderen Erwägungen und Beziehungen festgelegte Länge wählte, deren Abmessung in runden Zahlen desjenigen Grundmaßes erfolgte, das bei dem Bau benutzt wurde". — (VII S. 129) „Die Basislänge des Grunddreiecks läßt sich, wie dieses vorausgesetzt wurde, in runder Zahl des für den Bau angewendeten römischen Fußes ... ausdrücken, sie liegt in unserem Falle zwischen den Kernpunkten der Chor- bzw. Mittelschiff-Pfeiler und ist genau 50'."

Karl Witzel 1914 (S. 10): Dehio hatte das gleichseitige Dreieck benutzt, Knauth das dem Quadrat einbeschriebene Dreieck, v. Drach das $\pi/4$-Dreieck. „An Seite des letzteren stellt sich noch ein weiteres System, das auf denselben praktischen Grundsätzen aufbauend, allmählich neben dem $\pi/4$-Dreieck entstand und das der Verfasser der vorliegenden Schrift ... entwickelte und mit dem Namen $\pi/5$-Triangulatur ... bezeichnete ... In diesen Dreiecksystemen, die sich aus den 3 Grundfiguren gleichschenkliges Dreieck, Quadrat und gleichseitiges Fünfeck ableiten lassen, hat man wohl die Regeln der mittelalterlichen Baukunst vor sich, die von den Bauhütten als der gerechte Steinmetzengrund streng geheim gehalten wurden. Wir werden sehen, daß es sich hierbei um keine geheimnisvollen Linien und Konstruktionen handelt, sondern nur um hochentwickelte, geometrische, die praktische Ausführung unterstützende Regeln und Gesetze, deren Verwendung fast an allen gotischen Bauwerken nachzuweisen ist".

Julius Haase 1916 (S. 74): „Will man zu einem allseitigen Verständnis der sakralen mittelalterlichen Bauwerke in ihren vielfach wechselnden Erscheinungen gelangen, so darf man nicht nur das Fertiggewordene betrachten, sondern muß die alten Baumeister in ihrer intimsten Tätigkeit des Entwerfens belauschen, muß versuchen, auch von dieser Seite her den verborgenen Schlüssel zu ihrer Raumkunst und Technik zu finden, um sich so für das Erfassen der symbolischen und künstlerischen Natur ihrer Werke in nachschaffender Teilnahme fähig und würdig zu machen".

Julius Haase 1917 (München, S. 49): Baumaße sind ein Vielfaches der an der Baustelle benützten Maßeinheit; in diesem Vielfachen erscheinen heilige Zahlen als Faktoren oder (und) als Summanden. In den Maßen eines bestimmten Bauwerks ist eine heilige Zahl durchgehend verwendet, so die 3 im Kölner Dom, die 5 in der Frauenkirche zu München und die 7 ebenda in der Salvatorkirche. Der Bau der Frauenkirche zu München ist „in allen seinen Gliederungen und Abmessungen knapp und scharf eingespannt in ein festgeknüpftes Netz geometrischer und irrationaler Beziehungen ... schon die charakteristische Verschiedenheit aller gotischen Kirchenbauten ... zeigt klar, daß die Bauhüttenmeister der guten Zeit über ihrem Kanon standen und alle die vorhin besprochenen Hilfsmittel nur anwendeten, um den ihrem freien künstlerischen Empfinden entsprungenen Entwürfen zahlenmäßig und maßstäblich bestimmt umrissene Formen zu geben, ähnlich dem modernen Ingenieur, der für die beabsichtigte statische Wirkung seiner Bauwerke nur nach vorhergegangener Rechnung und graphostatischer Konstruktion mit der erforderlichen Sicherheit unter Nachprüfung seiner Entwürfe einstehen kann, die er auch zunächst nach seinem konstruktiven Gefühl aufgestellt hat. So wollten denn auch, wie es scheint, die Meister der Gotik nicht nur mit künstlerischem Gefühl, sondern auch mit dem scharf prüfenden Verstande ihre Entwürfe durcharbeiten, um zu einem allseitig klaren, bewußten Durchdringen ihrer räumlichen Anordnungen auf Grund ihrer Zahlensymbolik zu gelangen".

Hermann Eicken 1918 (S. 124): „Die Dreieckverhältnislehren haben scharfe Angriffe von mancher Seite erfahren ... So hat die Beurteilung zwar Mängel des Verfahrens entdeckt, nicht aber bisher das Verfahren selbst im Wesen widerlegen können".

Georg Dehio 1921 (S. 29): „Auch solche Teile des Bauentwurfs, die der moderne Künstler gefühlsmäßig behandelt, vor allem die Proportionen, war man bestrebt, in geometrischen Figuren festzulegen. Es gab eine Methode der Proportionierung ad quadratum und eine andere ad triangulum. Wir können diesen noch ziemlich dunklen Fragen hier nicht näher nachgehen".

Otto Stiehl 1922 (S. 135): „Man hat den goldenen Schnitt in den Teilungen des menschlichen Körpers nachweisen wollen, obgleich diese recht unbestimmt abgegrenzt sind, und hat daran sehr geistreiche Vergleiche zwischen den Maßverhältnissen des menschlichen Körpers und denen der Kunstwerke geknüpft. Doch bleiben solche Gedanken stets ein leichtes Spiel ohne festen Halt". — (S. 138) In der „Ähnlichkeit der Flächen, nicht in festgegebenen Verhältniszahlen, haben wir, wie Thiersch zuerst nachgewiesen hat, den springenden Punkt für die Zusammenstimmung der Verhältnisse zu sehen". — (S. 139) „Nun denke man sich aber die Rolle solcher Linienverbindungen nicht etwa so, als ob der Künstler von ihnen ausgehend sein Werk nach ihnen formen sollte. Wohl gibt es solche Anweisungen aus verschiedenen älteren und auch neueren Zeiten, aber sie spiegeln nur eine grob-handwerkliche oder theoretisch-wissenschaftliche Erstarrung lebendigen

Kunstbetriebs wieder. Der gesunde künstlerische Vorgang ist vielmehr der, daß der Künstler solche Verhältnisse herausarbeitet ebenso unbewußt wie der Musiker die Schwingungszahlen seiner Töne abstuft".

Bernhard Koßmann 1925 (S. 2): „Die Zisterzienserklöster weisen bezüglich der Klostergebäude und deren Lage zu einander weitgehende Übereinstimmung auf ... Es lag nahe, bei verschiedenen — in größerem Maßstabe veröffentlichten — Klostergrundrissen, unter Zugrundelegung von allerhand ‚Fuß-Maßen' nach möglichst einfachen Zahlen für die Planverhältnisse zwischen Gebäuden, Höfen, Kirche usw. zu suchen; doch führte dieser Weg zu keinem befriedigenden Ergebnis. Auch bei den Klosterkirchen ergeben sich aus den Verhältnissen der Breiten von Längs- und Seitenschiffen und dgl. keine geeigneten Unterlagen für Nachkonstruktionen. Hiernach drängte sich die Erwägung auf, daß ... eine gebundene Maßanordnung ... vorhanden gewesen sein könnte. Dem Suchen nach ‚absoluten Maßen' bei den einzelnen Klosterplänen folgte das Forschen nach einem für alle Klosterpläne in Betracht kommenden ‚Einheitsmaß', dessen wahre Größe zu bestimmen, später anzustrebenden Untersuchungen vorbehalten bleiben mußte". — (S. 3) „Es ergab sich eine mit dem Vierungsquadrat in gewissem ... Zusammenhang stehende Länge als Grundmaß für die Zisterzienser-Klosteranlage. Diese Anlage zeigt sich auf ein quadratisches Maschennetz komponiert, bei dem jene Grundmaßlänge die Maschenweite angibt. Geben wir dieser Länge die Bezeichnung ‚Große Maßeinheit' oder ‚Planeinheit'." — (S. 17) „In manchen Fällen erscheinen die Maschenlinien als Mittelachsen der ... Mauern; in anderen Fällen wurden sie zur inneren, oder zur äußeren Flucht dieser Mauern; verschiedentlich sind die Mauern aber auch von den Netzlinien abgerückt ... In allen Fällen sehen wir jedoch im großen und ganzen das Plannetz eingehalten ...". — (S. 73) Koßmann vermutete, daß „in den Längen der ‚Großen Maßeinheiten' symbolische Zahlen eingeschlossen sind. Es könnte sich dann hier um ein Vielfaches jener Maßeinheit handeln, die entsprechend dem herrschenden Längenmaßsystem in Betracht kam".

Walter Ueberwasser 1925 (S. 81): „Allzu rasch sind wir geneigt, ein einmal erkanntes kleines Gesetz sofort auf die ganze Praxis und vielleicht in grundsätzlich noch unsicherer Weise anzuwenden. Eben darin mag die eigentliche Fehlerquelle früherer Versuche hauptsächlich gelegen haben. Sie wandten zumeist überstürzt gewisse Triangulationen und Quadraturen auf möglichst jedes gotische Bauwerk an, ohne daß die Ansatz- und Abwandlungsweisen im einzelnen sichergestellt waren. Das gilt ganz besonders für die Aufrisse, deren komplizierte Methoden nicht leicht zu entziffern sind."

Ernst Mössel 1926 (S. 4f.): „Ich habe das Ergebnis in folgende Sätze zusammengefaßt: 1. Die Maßverhältnisse und Maßbeziehungen der Bauwerke und Bildwerke von der ägyptischen Frühzeit bis zum Ausgang des Mittelalters lassen eine planmäßige Regelung erkennen. Das System dieser Regelung erfährt in dem angegebenen Zeitraum keine Änderung. Es bildet also innerhalb der zeitlich wechselnden Ausdrucksformen eine dauernde gemeinsame Grundlage. Von diesem Vereinigungspunkt aus lassen sich typenweise die Bauwerke und Bildwerke der verschiedenen Zeiten untereinander vergleichen. 2. Die Planmäßigkeit ist im allgemeinen nicht zahlenmäßiger, sondern geometrischer Natur. Sie geht hervor aus den regelmäßigen Kreisteilungen, d. i. den Teilungen des Kreises nach den Zahlen 4, 5, 6, 7, 8, 10. Aus den einzelnen Kreisteilungen entstehen Systeme von Rechtecken, Dreiecken, Vielecken und Sternvielecken, welche netzförmige Gebilde mit der Form und Wirkung von Koordinatensystemen darstellen. Diese geometrischen Gebilde sind die Grundlagen von Bauwerken und Bildwerken". — (S. 5) „Die arithmetischen Mittel, welche häufig zur Proportionierung gedient haben, sind als Ableitung aus der geometrischen Arbeitsweise zu verstehen. Diese ist die ursprüngliche. Die Zahlen und Zahlenreihen bedeuten eine für den handwerksmäßigen Gebrauch am Bauplatz und Werkstück eingerichtete Anpassung und Vereinfachung ...". — (S. 10) „Ich führe den Nachweis gewöhnlich dadurch, daß ich von dem einen gemessenen Maß, etwa der Breite, ausgehend auf das andere Maß, etwa die Länge oder Höhe, trigonometrisch oder vermittels des Proportionalitätsfaktors rechne und die Übereinstimmung des gerechneten Maßes mit dem zweiten gemessenen Maß feststelle ... Das rechnerische Verfahren muß, wo irgend möglich, gefordert werden, wenn es sich um einen vollgültigen Nachweis handeln soll. Wie unzuverlässig zeichnerische Versuche sind, davon können Beispiel geben sämtliche Darstellungen in Georg Dehios Schriften".

Kurt Rathe 1926 (S. 669): „... das vielerörterte Problem des ‚gerechten Steinmetzengrundes' [ist] weder durch die zahlenmystischen Spekulationen der deutschen Romantik noch durch die auf Rechnung und Messung beruhenden ‚Triangulatur'studien der modernen Bauwissenschaft einer einheitlichen und allgemein befriedigenden Lösung zugeführt worden ..."

Max Hasak 1927 (S. 484): „Über die mittelalterlichen Hilfslinien bei dem Entwerfen der Gebäude ist schon viel geschrieben worden ... Irgendeine vernunftgemäße Begründung der Zweckmäßigkeit solcher Hilfslinien ist bisher von Niemandem versucht worden. Warum aber gar die Schönheit durch solche Hilfslinien — zu allermeist Dreiecke — vermittelt werden soll, das bleibt völlig unerörtert oder unbewiesen". — (S. 487) Nicht Dreiecke, sondern Richtungslinien waren das Regulativ des Entwerfens. „Ein ganz klassisches Beispiel dafür, wie die Baumeister die Sklaven dieser Lehrsätze waren, stellt die frühgotische Auswölbung der alten romanischen Liebfrauenkirche in Magdeburg dar". — (S. 487) „Betrachtet man zum Schluß die Hilfslinien, die die mit stolzer Ruhe auf uns herunterschauende Turmansicht von Limburg geschaffen haben ..., dann begreift man, daß diese Hilfslinien tatsächliche Schönheitserzeuger sind, heilige Ordnung, segensreiche Ruhe spendend".

Felix Durach 1928 (S. 18): Aus seinem Literaturbericht zieht Durach die Folgerung: „Damit dürften aber die wesentlichsten Momente herbeigetragen sein, die es rechtfertigen, von einer geometrisch-figuralen Proportionsnorm im Schaffen und in der Einrichtung des mittelalterlichen Bauhüttenwesens zu sprechen".

Otto Boehn 1929 (S. 28): Zur Gestalt der Steinmetzzeichen: „Jede der Bauhütten hatte als unterscheidendes Merkmal ihrer Art eine geometrische Grundfigur, ein Mutternetz, den sogenannten ‚Gerechten Steinmetzgrund' erwählt, der für Straßburg das System der Quadratur ..., für Wien das der Triangulatur ..., für Köln das der Kreis-Quadratur ..., für Bern das der Kreis-Triangulatur ... benützte." — (S. 47) „Die früher erwähnten ‚Gerechten Steinmetzgründe' waren auch für die Grundrißlösung der Bauten ... von maßgeblicher Bedeutung ...".

Otto Fiederling 1930 (S. 12f.): „Es ist somit eine Figur, ein Dreieck, gefunden worden, das konstruiert ist aus den zwei Maßgrößen, die das Gewicht der Architektur eines Bauwerks bestimmen, und aus dem man die Breite der Horizontalglieder in den verschiedenen Höhenlagen ablesen kann ... Im folgenden sei das Dreieck Anzugs- oder Verjüngungsdreieck genannt".

Bartholomäus Hanftmann 1930 (S. 229): „Die Geschichte seitheriger Untersuchungen und ihre Hinfälligkeit bei rechnerischer Nachprüfung waren nicht ermutigend ... Wenn man sieht, wie solchen Untersuchungen Planbilder kleinster Maßstäbe bis herab zu 1 : 1000 unterlegt werden, die schließlich jede gewünschte Linienbedeutung bestätigen; wie man dabei z. B. ein und zwei Meter starke Mauern linear schematisch nimmt; bald beliebige Höhenkanten anwinkelt und akzessorische Ausgestaltungsteile heranholt, so daß es irgendwie stets ‚stimmen' muß — dann begreift man die entschiedene Ablehnung der Versuche durch Leute wie den vielgewandten klugen Mothes und den unvergeßlichen Franz Xaver Kraus." — (S. 233) „Alexandrinisch fortgeerbt ist das gesamte Planungswesen vom 9. bis ins 13. Jahrhundert nach seinen Linien- und Zahlengrundsätzen, Figurierung und Zahlensymbolik, eingeschlossen allen guten und abwegigen Mystizismus, der auch als Wissen galt. Alexandrinisch ist erst recht der von den Benediktinern während der gesamten angegebenen Zeit gebrauchte Einheitsfuß zu 0,3329 m". — (S. 246) „Daß sich die Methode ... nicht auf die Zahl im streng mathematischen Sinne ... beschränken kann, leuchtet ohne weiteres ein. Die erweiterte Ausdeutung geschieht durch Bildung von Summen, Produkten, Teilungen, additive und subtrative Kombinationen aller Art ... Solcher Nutzung mußten immer weniger Zahlen entgehen, je länger die Methode geübt und auf Abwechslung, auf Erfindungsehrgeiz angestrengt wurde."

Walther Lietzmann 1931 (S. 25): Dehio benutzte das gleichseitige Dreieck, Knauth und Lund das Quadratdreieck. „Ob nun eines dieser beiden Konstruktionsmotive Anwendung fand oder beide, oder vielleicht auch andere — auch vom Goldenen Schnitt wird wieder gesprochen —, das kann man zur Zeit schwerlich entscheiden".

Helen Rosenau 1931 (S. 187f.): In der Literatur „lassen sich zwei verschiedene Typen der Abstimmung von Größen aufweisen. Einmal handelt es sich um einfache zahlenmäßige Verhältnisse ... Eine solche Art der Beziehung ist literarisch belegt, vor allem in den ‚Unterweisungen Lorenz Lachers an seinen Sohn' ... Der andere Typus ist der geschlossener Gebilde. Dreiecke, Vierecke werden für die Proportion bestimmend ... Daß das Mittelalter aus dem Dreieck, dem Quadrat, dem Achtort, konstruierte, steht fest, doch fragt sich, ob diese Verwendung zu einem System verbunden wurde. Es führt zu Fehlern, die systematische Anordnung geometrischer Formen kritiklos in Bauten hineinzusehen: die erste mehr technische Schwierigkeit ergibt die mangelhafte Genauigkeit und übermäßige Verkleinerung der gewöhnlich zur Verfügung stehenden Risse und Schnitte ... Der wichtigste Einwand wird wohl betonen müssen, daß die eingezeichneten geometrischen Formen durchaus nicht immer tektonisch wichtige Teile berühren, was doch, würden sie das Prinzip der gesamten Konstruktion bedingen, zu erwarten wäre". — (S. 189) „Wie schon oft läßt sich ... zeigen, daß schon bei Sulpiz Boisserée die grundsätzlich wichtigen Gedanken vorgeformt wurden, und in der späteren Forschung, mit einer gewissen Schärfe und Einseitigkeit überbetont, an Geltung verlieren".

Camillo Fritz Discher 1932 (S. 56): „Unter Triangulatur und Quadratur verstehen wir ... die Anwendung bestimmter Beziehungen von Dreiecken oder Quadraten untereinander bei der Aufstellung von Baurissen. Diese geometrischen Grundformen gingen als Regel durch das ganze Gebäude hindurch, sodaß, wenn man sich einmal für das Grundbild des Dreieckes entschieden, die Bestandteile des Baues ... mittels der Triangulatur ‚ausgezogen' wurden, hatte man sich für das Viereck entschieden, so war die Quadratur im ganzen Gebäude herrschend. Alle Formen wurzeln demnach in den ewigen und unveränderlichen Gesetzen der Geometrie".

Karl Busch 1933 (S. 92): „Wir besitzen in Mössels, Koßmanns und Spitzenpfeils neueren Werken wertvolle systematische Zusammenfassungen über das schwierige und noch lange nicht geklärte Gebiet der Plankonstruktion älterer Baukunst. Doch schon die sehr verschiedenen Konstruktionsweisen, von denen jeder dieser Autoren ausgeht, zeigen uns, wie leicht sich in einem geregelten Grundriß ein Schlüssel für diese Regelung findet, der zwar gut in ein System paßt, dafür aber die historische Bedingtheit des untersuchten Baues oft genug nicht berücksichtigt. Gewiß: Spitzenpfeil scheint Werkplan und Praxis stark zu berücksichtigen — er ist dafür von Spezialdreiecken (dem Kulmbacher ...) und der Zahl 123 gebannt —, Koßmann sucht durch seine Maßschlüssel die Grundrisse auf einfachste arithmetische Weise zu erklären — ihm geraten aber die Doppelschlüssel unwahrscheinlich kompliziert —, und Mössel erreicht mit seinen Kreisteilungen die saubersten und wahrscheinlichsten Ergebnisse — verfällt aber, zumal im zweitgenannten Buche [1931], einer zu weitgehenden Anwendung seines Systems. Aber so gut heute Dehios Triangulationsforschung als einseitig und übertrieben angewandt bezeichnet wird, ebenso können einmal auch diese Arbeiten als vergewaltigende Systematisierungen beiseite gelegt werden. Mössels Arbeit kaum ...; denn diese sehr gründliche Forschung läßt unter dem allgemeinen Oberbegriff der Kreisteilung soviel Spielraum für alle Konstruktionen, die von regelmäßigen Vielecken oder vom goldenen Schnitt abhängen, daß hier das brauchbare Gesamtsystem der Plankonstruktionsforschung gefunden zu sein scheint."

Viktor Curt Habicht 1933 (S. 85): „Mit ‚Wiederkäuen' und ‚Ansichten' läßt sich die sehr dringliche Frage nach den Grundriß- und Aufrißkonstruktionen, deren eindeutige Beantwortung in höchst aufschlußreiche Entstehungsvorgänge einführen würde, sicher auch nicht mehr erledigen. Es handelt sich dabei um die richtungsgebende — oder nicht? — Einbeziehung von Hilfskonstruktionen (Quadratur, Triangulatur usw.) in die für den künstlerischen Eindruck entscheidende Plangestaltung des Grundrisses, der ‚Schnitte', des ‚Aufrisses' usw. Die wirklich überzeugende Lösung dieser viel diskutierten, sich auf wenige späte — dazu italienische — Beispiele stützenden Frage kann einem stichhaltigen Ergebnis natürlich auch nur durch Beibringung von Originalzeichnungen näher gebracht werden".

Walter Thomae 1933 (S. 14): „Die primären Quellen für den Gebrauch von Hilfslinien am Bau können niemals die Denkmäler selbst sein, da sie keine Hilfslinien enthalten und keine enthalten können ..." — (S. 39) „Dehio trianguliert vorwiegend Lichtmaße, hie und da auch Achsen, wobei er Differenzen von Vor- und Rücklagen, wie sie an Sockeln, Diensten usw. entstehen, nach seinem Belieben bald zurechnet, bald abrechnet. Historisch ist dies falsch, weil die Quellen das Achsialsystem zu Grunde legen; theoretisch ist es falsch, weil von den Fixpunkten eine Bestimmtheit für den Entwurf oder für das Auge verlangt werden kann. Eine Rangordnung unter den Fixpunkten kennt er nicht, er findet dieselben zur Plazierung seiner Dreiecke selbst in den wenigen Beispielen an folgenden Orten: in der Achse, im Lichten, in der Höhe der Kämpferebene, in der Mitte des Kapitells (!), am Fuß der Triforien, über den Triforien, im lichten Gurtbogenscheitel, darüber in Gurtbogenmitte (!). Gurtbogenspitze, Anfang des Gewölbeschlußsteins, Mitte des Gewölbeschlußsteins (!), Ende des Gewölbeschlußsteins. Sieht man genauer zu, so entdeckt man, daß die Punkte des Systems außerdem mitten in der Wand, mitten in den Triforien, oder über dem Gewölbe in der Luft liegen. Er trianguliert sozusagen jeden Kehrichtwinkel ..." — (S. 41) Drach wendet sein System „auf die Denkmäler an. Hierzu braucht er Fixpunkte am Bau, wozu ihm eben alle Punkte recht sind, die auf dem Plan vorkommen und die man sich dazu denken kann ..." — (S. 43) „Den ‚Beweis' führt er [Hasak] wie seine Vorgänger zuerst durch Berufung auf die Denkmäler: er zeichnet seine Linien in die Bauprojektionen hinein. Die Punkte, welche er dabei verbindet sind ebenso willkürlich gewählt, wie bei seinen Vorgängern, die er bemängelt, ja er verschlechtert ihr Verfahren noch, indem er z. B. Kapitelle und Basen als ‚feste Punkte' bezeichnet! ..." — (S. 44) „Thiersch behauptet, daß in den Bauprojektionen geometrische Ähnlichkeit von Figuren nachzuweisen sei. Da diese Ähnlichkeiten in der Regel zu parallelen Diagonalen führen, so sagen sie gegenüber Hasaks ‚Richtungslinien' nichts Neues. Die Beweisführung steht auf den gleichen schwachen Füßen wie bei den anderen". — (S. 44) Mössel „beginnt damit, den Typenkreis der Dreiecke, welchen Dehio und Drach hinterlassen hatten, beträchtlich zu erweitern: er dehnt ihn nämlich aus auf alle Dreiecke, welche durch Drei-, Vier-, Fünf-, Sechs-, Acht-, Zehn-, und Zwanzigecke gewonnen werden, die man einem Kreise einbeschreiben oder umbeschreiben kann. In diesen Typenkreis paßt alles bisherige hinein: die Quadrate, Triangeln, $\pi/4$-Dreiecke, der Goldene Schnitt, Ähnlichkeiten; ja, als ein Ersatz für die geometrischen Verhältnisse werden sogar die einfachen Zahlenverhältnisse 5 : 8, 3 : 7, 5 : 7 u. a. mitgerechnet. Nicht genug damit, operiert Herr Mössel mit Näherungswerten, trifft unter den Denkmälern eine beliebige Auswahl und stellt fest, daß man von jeder Größe 2% ab- oder zurechnen dürfe, welche auf Rechnung undeutlichen Sehens komme, außerdem noch einen kleinen Betrag in Rücksicht auf Abmessungsfehler. Trotz diesem erweiterten Spielraum gibt er nun seine Maße mit noch nicht dagewesener Genauigkeit, mit der komischen Sorgfalt, welche glaubt, daß Mikroskopie die verfehlte Methode retten könnte: ganze Tabellen mit fünfstelligen Zahlen, von denen drei Dezimalstellen sind, füllen die Seiten des Buches. Die Methode ist nicht schwer ad absurdum zu führen. Man zeichne die Strecke AB als Kreisdurchmesser hin und trage auf ihr alle die genannten Polygonseiten ab, dazu die einfachen Verhältnisse usw., man rechne zu jedem Punkt einen Spielraum von 2%, so erhält man eine Modulsammlung von solcher Auswahl, daß es als ein Wunder bezeichnet werden muß, wenn nicht wenigstens eins dieser Schemata auf eine gegebene Messung genau oder doch näherungsweise paßt. Mit dieser Ausdehnung der Typenzahl sinkt die Beweiskraft der Messungen allein schon fast auf den Nullpunkt herab. Dazu kommt nun die Auswahl der Fixpunkte ..." — (S. 45f.) „Die methodischen Fehler sind durch die ganze Reihe dieselben, sie sind nur je später desto schwerer geworden. Durch die Ausdehnung der Verhältnisse auf alle Dreiecksmöglichkeiten und durch die Willkür in der Wahl der Fixpunkte sinkt die Beweiskraft aller Messungen noch unter den Nullpunkt herab. Es ist unter solchen Voraussetzungen keine Kunst, den Fixsternhimmel für trianguliert zu erklären".

Theodor Fischer 1934 (S. 19): „Es ist kein Zweifel, daß die Arbeiten Dehios stark durch die allen Anfängen anhaftenden Unzulänglichkeiten beeinträchtigt sind. Da er von der Idee ausgeht, daß das gleichseitige Dreieck die ausschließliche Norm sei, tut er den Dingen gelegentlich Gewalt an ... Das Problem hat er aber in seiner ganzen Tiefe erfaßt". — (S. 22ff.) „Wir hätten es also mit einer vierfachen Zunahme der Dreieckshöhe vom gleichseitigen über das Knauthsche und Drachsche zum Witzelschen Dreieck zu tun. Es ist verlockend, die immer schlankeren Verhältnisse der mittelalterlichen Kunst in einen Zusammenhang damit zu bringen ... Das überlasse ich nun gern der zünftigen Forschung und bescheide mich in abwartender Skepsis". — (S. 33) „Geh. Baurat Dr. Jul. Haase in München ist der Verfasser einer großen Zahl von Abhandlungen über unser Thema ... Seine Methode handhabt das Dreieck zur Feststellung von Längen, Breiten und Höhen an mittelalterlichen und neuerdings auch an barocken Bauwerken mit großer Freiheit. Er läßt sich nicht genügen, ein Dreieck, sei es das gleichseitige, das Drachsche oder sonst eines, gleichmäßig in einem Bau zu verwenden, sondern er setzt gelegentlich ein gleichseitiges oder ein rechtwinklig-gleichschenkliges mit dem Drachschen zusammen, um eine gegebene Streckenteilung zu gewinnen. So sehr es den Anschein hat, daß die alten Meister mit mehreren Methoden an einem Bauwerk gearbeitet haben, möchte man doch meinen, daß die allzu freie Mischung bedenklich sei ..." — (S. 37) „Es ist aufgefallen, und das wird von manchen als grundsätzlicher Einwand gegen die Hypothese vorgebracht, daß derselbe Bau von verschiedenen Bearbeitern mit ganz verschiedenen Dreiecken trianguliert wird. Abgesehen von den Willkürlichkeiten der gesetzten Maßpunkte, abgesehen auch von der Ungenauigkeit, die zu kleine Maßstäbe notwendig mit sich bringen, ist es nicht von der Hand zu weisen, daß verschiedene Systeme gelegentlich zu ein und demselben Ziel führen".

Karl Busch 1935 (S. 24): „Auch in der abendländischen Kunst finden sich ähnlich fein geregelte, ausgleichende Abweichungen wie an griechischen Tempeln bis in die späte Romanik (Kapitellzonen, Bogenüberhöhungen, Bekrönungsleisten u. a.); erst an gotischen Bauten und Plastiken erscheinen sie mehrfach bewußt überspitzt. Dies beweist aber, daß in der Anwendung geometrischer Plankonstruktionsschlüssel stets ein gut Teil unbewußten Proportionsempfindens mitwirkte, daß also die bis in jede Einzelheit durchgeführte Harmonie eines Bauwerks wohl im großen ganzen durch einen bewußt angewandten Konstruktionsschlüssel, in sehr vielen Einzelgliedern aber durch ein unbewußt schaffendes, unverdorbenes Schönheitsgefühl entstanden sein dürfte. Halten wir uns dies vor Augen, so kann uns mancher in der Geometrisierung zu weit gehende rekonstruierte Bauschlüssel nicht mehr überzeugen. Wir werden jedem geometrischen Planschlüssel gegenüber schon deshalb vorsichtig sein, weil diese Schlüssel fast ausnahmslos von heutigen Forschern mit verschiedener Genauigkeit und unter verschiedener subjektiver Einstellung meist an neugemessene Grundrisse angelegt werden".

Otto Kletzl 1935 (S. 57): „... ein mit dem Bauwesen Vertrauter wird auch heute leicht davon zu überzeugen sein, daß derart verwickelte Grund- und Aufrißsysteme, wie sie in der Spätgotik so häufig werden, ohne Zuhilfenahme geometrischer Proportions-Verfahren weder entworfen, noch in die Wirklichkeit hätten umgesetzt werden können". — (S. 58) „Die Erkenntnis von der Herrschaft geometrischer Verhältnisse als Niederschlag baulicher Erfahrungen von räumlicher Natur, wie sie sich jedem geradezu aufdrängt, der sich nachkonstruierend z. B. mit den Werkzeichnungen deutscher Spätgotik beschäftigt, halte ich für grundlegend wichtig bei allen Bemühungen um das Verständnis des Wesens dieser Epoche der Baukunst. Geometrische Verhältnisse aber sind klare Anzeichen dafür, daß mit triangulierenden Dreiecken gearbeitet worden ist". — (S. 59) „Wir müssen ... über das Studium von verderbten Resten einer spät und unzureichend fixierten Werkerfahrung hinausgelangen und den Mut haben, durch überlegtes Befragen der Denkmale aus bedeutenden Epochen der Gotik weitere Klarheit in diesen für die Bauwissenschaft sehr wesentlichen Problemen zu erlangen. Daß solches Beginnen durch eine zum Teil anfechtbare Literatur erschwert wird, die im 19. und 20. Jhdt. entstand, ist richtig. Es bleibt Thomaes Verdienst, hier die kritische Sonde angesetzt zu haben. Zweifellos ist er dabei zu weit gegangen ..." — (S. 60) „Wir stehen hier überall erst am Anfang einer auch darum sehr schwierigen Arbeit, weil dazu stets ganz verläßliche zeichnerische oder photogrammetrische Aufnahmen notwendig sind und bei größeren Bauten bekanntlich nahezu überall ein häufiger Planwechsel stattgefunden hat".

Otto Kloeppel 1935 (S. 44): „Es handelt sich ... ausschließlich um die Anwendung gleichschenkliger Dreiecke, von denen die folgenden Arten immer wieder an den alten Bauten als vorhandene Gestaltungsgrundlagen festzustellen sind: 1. Das gleichschenklige Dreieck, dessen Scheitelwinkel gleich Pi-halbe = 90°. 2. Das gleichschenklige und zugleich gleichseitige Dreieck, dessen Scheitelwinkel gleich Pi-Drittel = 60°. 3. Das gleichschenklige Dreieck, dessen Höhe gleich seiner Basis gesetzt ist. 4. Das gleichschenklige Dreieck, dessen Scheitelwinkel gleich Pi-Viertel = 45°. 5. Das gleichschenklige Dreieck, dessen Scheitelwinkel Pi-Fünftel = 36°. In diesen fünf Dreiecken verhalten sich die Basen zu den Höhen, wenn man erstere gleich 1 setzt, wie $1 : {}^1/_2$, 1 : 0,866, 1 : 1, 1 : 1,2, 1 : 1,5 ... Wir sehen also, es handelt sich um ein gleichmäßig steigendes Verhältnis von Basis zur Höhe, das in vollständig rationalen Zahlen gegeben ist, sobald wir 0,866 als Annäherung an ${}^3/_4$, 1,2 als Annäherung an $1^1/_4$, 1,732 ebenso an $1^1/_2$ und 2,4 ebenso an $2^1/_2$ nehmen. Dann haben wir nämlich in den fünf Dreiecken, wenn wir die Basis gleich 1 setzen, ein Verhältnis ihrer Basis zur Höhe, wie $1 : {}^1/_2$, $1 : {}^3/_4$, 1 : 1, $1 : 1^1/_4$, $1 : 1^1/_2$ ... Außer diesen einfachen rationalen Verhältniszahlen, wie wir sie so verfolgen können, vermitteln uns die letzteren drei Dreiecke aber auch noch die Verhältnisse der harmonischen Reihung 2 : 3 und 3 : 2 ..." — (S. 46) „Man hat aus der über dieses Thema bestehenden modernen Literatur den Eindruck, daß es selbst den begeistertsten heutigen Verfechtern dieser mittelalterlichen Geheimkünste bisher nicht gelungen ist, ihr Rätsel zweifelsfrei zu lösen; ... Manchmal hat man den Eindruck, als ob die zu untersuchenden Risse solange mit Dreiecksformen wechselnder Art übersponnen worden seien, bis man für jedes vorhandene Höhen- und Breitenmaß einen Anhaltspunkt gefunden zu haben glaubte, wobei aber dann oft genug gerade ein Hinweis auf die wichtigsten Verhältnisbeziehungen fehlt, wenn sie auch noch so deutlich und klar hervortreten". — (S. 82) „Wenn man nun aber den Achtort dadurch für größere Höhenentwicklungen brauchbar machte, daß man ihn gewissermaßen nach oben verdoppelte, so fragt man sich, ob das beim Fünfort nicht auch möglich ist und entsprechend durchgeführt wurde. Eine Probe auf dieses Exempel zeigt, daß eine große Anzahl gotischer Kirchen Deutschlands in ihren Westfassaden auf diese Weise proportioniert worden sind, sowohl zwei- wie eintürmige und darunter solche größten Formats wie die Münster in Straßburg und Freiburg, sowie die Riesenpfarrkirche zu Ulm".

Walter Ueberwasser 1935 (S. 251): „... weder die früheren, noch die nach Dehio einsetzenden Theorien von Knauth, Drach, Witzel, Lund, Vöge, Mössel und so vielen anderen kamen über ein Munkeln im Dunkeln hinaus, weil alle den gleichen Fehler nicht gescheut hatten, irgendein so oder so angenommenes Prinzip (insbesondere immer andere als Norm angesehene Dreiecke) auf einen Schlag an möglichst allen gotischen Bauten nachweisen zu wollen und dies durchweg auf Grund von neu aufgenommenen Plänen, ohne überhaupt die Methoden der Messung, die Kanten, Linien, Ansatz- und Grenzpunkte zu kennen, mit denen die Alten gerechnet hatten. Das wäre nur an *alten* Bauplänen zu erörtern gewesen“. — (S. 264) „Wir stehen vor einer Baukunst ohne Metermaß, wo die Größen noch in ursprünglichster Weise aus den einmal gewählten Grundmaßen und den Verhältnissen von baumeisterlichen Grundfiguren (wie es das Quadrat ist) erwachsen ... Vor einer Baukunst, die offenbar bestimmte Grundregeln befolgt, die wirklich ad quadratum oder auch ad triangulum, zuweilen auch nach dem Pentagon orientiert ist“.

Gustav v. Bezold 1936 (S. 81): „Man hat der Untersuchung der Verhältnisse alter Bauten verschiedene Systeme zugrunde gelegt, geometrische und arithmetische; den geometrischen regelmäßige oder unregelmäßige Figuren, Rechtecke, das gleichseitige Dreieck, das Quadrat mit Diagonalen oder mit eingezeichnetem Sternachteck, regelmäßige Kreisteilungen mit Strahlen, mit eingezeichneten Figuren und Sternfiguren erster und zweiter Ordnung, in linearer Teilung den goldenen Schnitt. 1926 hat Ernst Mössel den bedeutenden Versuch gemacht, die verschiedenen Systeme auf eine gemeinsame Grundlage zu stellen, die er in der Teilung des Kreises in gleiche Sektoren erkennt ... Zu begrüßen ist, daß er arithmetische Verhältnisse nur als Ableitungen aus geometrischen gelten läßt. Unter den geometrischen legt er den aus der Zehnteilung des Kreises folgenden die größte Bedeutung bei ... Neben der geometrischen Konstruktion geht die Berechnung her, die ganz genaue Resultate liefert, wie sie weder in der Messung am Gebäude, noch in der zeichnerischen Konstruktion zu erlangen sind ...“ — (S. 85) „Dehio hat das Verhältnis der Grundlinie des gleichseitigen Dreiecks zu seiner Höhe in dem der lichten Weite des Langhauses zur lichten Höhe des Mittelschiffs in zahlreichen Kirchen aus verschiedenen Zeiten gefunden; daß es tatsächlich im Gebrauch war, geht auch aus den Akten über den Dombau zu Mailand hervor. Nun werden hier Größen in Beziehung gesetzt, die in der Ausführung nicht in die Erscheinung treten; für die Bestimmung der Weite des Mittelschiffs, die das Raumbild beherrscht, ist mit dieser Triangulierung nichts gewonnen, die Proportionierung bleibt auf den Querschnitt als Ganzes beschränkt. Dehio hat denn auch in der letzten Besprechung, die ich über diese Frage mit ihm hatte, nur der Triangulierung des Querschnitts des Mittelschiffs ästhetischen Wert beigelegt. Die lichte Höhe des Mittelschiffs wird trianguliert durch Übereinanderstellung zweier gleichseitiger Dreiecke über der lichten Weite, ist also gleich der doppelten Höhe eines dieser Dreiecke. Diese Höhe kann aber auch gefunden werden durch eine Gerade, die unter 60° von einer unteren Ecke nach der gegenüberliegenden Wand ansteigt ... Wie nun diese geometrischen Verhältnisse bei der Übertragung der Pläne in die Ausführung angewendet wurden, ist noch zu ermitteln“.

Viktor Curt Habicht 1937 (Sp. 963f.): „Während die Romanik bei der Triangulation im wesentlichen von der Gesamtbreite der Kirche ausgeht, wird in der Gotik jedes Schiff für sich trianguliert, und während die Romanik an das gleichseitige Dreieck gebunden ist, besteht der Unterschied in der gotischen Triangulation darin, daß bei ihr auch mit anderen Dreiecken: $\pi/4$-Dreieck usw. gearbeitet worden ist. Wenn aber an einer geometrischen Proportionierung auch nicht zu zweifeln ist, so vermissen wir doch ein einheitliches System; wenigstens vorerst, da ja alle diese Fragen dringend einer sorgfältigen Nachprüfung auf Grund von Grundrissen, Längs- und Querschnitten in einheitlichem Maßstab von jeder Kirche usw. bedürfen“.

Lisa Schürenberg 1937 (S. 43): „Es ist das Verdienst W. Überwassers ..., das grundlegende Gesetz der gotischen Proportionen erkannt zu haben, die Halbierung des Quadrats — die übrigens der Proportion des Goldenen Schnittes sehr nahe kommt, weshalb so viele

Untersuchungen über gotische Proportionen in die Irre gehen konnten — wohl die wichtigste Entdeckung der Kunstwissenschaft auf dem Gebiet der Gotik".

Theodor Fischer 1938 (S. 13): „Die Untersuchungen über architektonische Proportionen, über Triangulatur und Quadratur, über die Kreisgeometrie und den Goldenen Schnitt u. a. bleiben mehr oder weniger in einer emsig schürfenden Geschichtlichkeit stecken. Ich habe, auf diese verlockenden und verführenden Schatzgräbereien verzichtend, versucht, durch Bezugnahme auf die seit der Antike im wesentlichen offenkundige Zahlenlehre der Musiktheorie Grundlagen für die seelische Wirkung der Verhältniszahlen in den tektonischen Künsten zu gewinnen".

Wilhelm Funk 1938 (S. 103): „Am weitesten von allen Forschern kam L. R. Spitzenpfeil in Kulmbach. Durch A. v. Drachs Mitteilungen angeregt, ging er dem Rätsel der rationalen Zahl als Ausdruck für das irrationale Maß nach und löste es in ebenso einfacher, wie überraschender Weise durch seine Näherungsreihen für die Wurzel aus 2, 3 und 5, die für die Mathematik ganz neue Erkenntnisse bringen. Spitzenpfeil, der auch das Goldene Sechseck wieder fand und bisher unbekannte Maßdreiecke feststellte, konnte bisher nur einige kleine Aufsätze ... veröffentlichen". —

Ernst Mössel 1938 (S. 395): „Der sechsgeteilte, achtgeteilte und der zehngeteilte Kreis, die aus diesen Teilungen entstehenden Rechtecke und Figurationen und schließlich das Rechteck vom Verhältnis 1 : 2 sind Grundlagen der Gestaltung für den Grundriß und Aufriß ... mittelalterlicher Bauwerke". — (S. 397) So ist der „Nachweis geführt, daß die Maßverhältnisse der Bauwerke aus geometrischer Grundlage entwickelt sind oder doch zum mindesten aus solcher Grundlage verstanden werden müssen".

Otto Kletzl 1939 (S. 19): „Die Erforschung dieses Kerngebietes gotischer Hüttenkunst ist jetzt erst wieder in Gang gekommen, hat aber schon brauchbare Ansätze ergeben. Rechtes Verständnis auch der nachträglich gewinnbaren Maßzahlen in Baurissen dieser Zeit kann nur erlangen, wer sich vor Augen hält, daß es sich hier mit einziger Ausnahme des Grundmaßes immer um Maße rein geometrischer Natur handelt. Um Maße also, die selbst bei Umrechnung in alte Fußeinheiten nur irrationale Ziffern ergeben können". — (S. 123) „Systeme von geometrischer Art haben dem mit dieser Kunst Vertrauten nicht allein das Beachten von Proportionsgesetzen, sondern auch rechte und schnelle Verbreitung neuer Gedanken sehr erleichtert".

Walter Ueberwasser 1939 (Beiträge S. 304): „Noch weiß niemand, was ‚gotische Proportionen' seien (Anm. Aber die Vermutungen, Annahmen, Richtigstellungen, Zurechtweisungen fliegen hin und her ...) ... Obwohl mit bestimmten Größen gebaut wurde, ist es gefährlich, ihr Verhältnis auch nur erwähnen zu wollen; hier herrscht, wie wenn es um eine empfindlichste Stelle ginge, Mord und Totschweigen selbst unter Forschern. Das „Mathematische" stand von Beginn unserer historischen Zuwendung zur Gotik, d. h. seit über vier Generationen, zur Diskussion. Man hatte bald gewisse Anzeichen exakter Planung vorzuweisen, ermüdete aber auch nicht, diese immer wieder in das Fach beiseite zu schieben, wo der Haufen hypothetischer oder unlösbarer Probleme auf die Distanz einer übernächsten Generation wartet. Über den Anfang ist noch keiner hinausgekommen. Bei den meisten, die davon sprachen, handelt es sich um einen Glauben, der vielleicht durch einzelne alte, dunkle Sätze und seltsame Formeln gestützt wurde, noch kaum um eine Wissenschaft". — (S. 305) „Jede neuere Kritik wird den von Walther Thomae mit Recht geforderten Ausgangspunkt akzeptieren: Anknüpfen an die literarisch-graphische Überlieferung, Zeichnungen, Pläne". — (S. 306) „Ernst Mössels ... Arbeit steht in direkter Nachfolge der von Dehio ausgegangenen Proportions-Idee — und zerstört sie zugleich endgültig, indem es die von Dehio vertretene ‚Norm' in ein Spiel mit beliebigen Größen abwandelt. Versuchte doch Dehio die Norm in einem gleichseitigen $\pi/3$-Dreieck, Drach in einem in die Vierteilung des Kreises gepaßten $\pi/4$-Dreieck, Witzel mit einem Fünfteilungs-Dreieck $\pi/5$. Nur die Proportionsfigur, nicht die Methode Dehios wird geändert.

Mössel vertausendfacht die Variabilität, indem er in beliebige Kreisteilungen beliebige Figuren einpaßt und diese, wie Dehio, an Denkmalen ausprobiert". — (S. 308) „Mit den bisherigen Untersuchungen ist weder der Begriff der ‚Proportion', noch die Art und Weise ihrer Anwendung sicher geworden. Es tritt, bei Dehio ebenso wie bei Mössel oder Kletzl, dieselbe Unsicherheit in der Erfassung dessen, was denn eigentlich mit „Maßen" gemeint sein könnte, in Erscheinung ... Die Vorgänge des Messens müssen doch wohl völlig andere gewesen sein, als wie wir es meinen, wenn uns der Zirkel in einer noch so wenig entwickelten Proportionsvorstellung gebannt an der Fläche eines bezeichneten oder bedruckten Stückes Papier haften bleibt. So werden wir nie in die Maße gotischen Bauens eindringen".

Otto Kletzl 1941 (Straßburg, S. 20): „Daß das gleichseitige Dreieck, geometrisch sehr deutlich privilegiert, in vielen Epochen der Baugeschichte als Hauptfigur diente, ist nachgewiesen".

Heinrich Weßling 1941 (S. VII f.): „Ohne die Kenntnis und Anwendung der Baukunstgesetze ist eine Baukunst unmöglich ... Das Baukunstgesetz hat nicht nur Bedeutung für das Baufach ..., sondern auch ... für die Konstrukteure von Automobilen, Flugzeugen, Eisenbahnen, also für das gesamte Handwerk und für die gesamte Industrie, die sich mit der Anfertigung von Gegenständen befassen ... Die Technischen Hochschulen, Baugewerkschulen und sonstigen Lehranstalten werden sich von nun ab mit diesem Gesetz befassen müssen, wenn sie zur alten Baukunst zurückkehren wollen." — (S. 65) „Die schöne Kunst wird erzielt, wenn sich Quadrat und Triangulum in wechselvoller und schöner Harmonie ergänzen und zusammengefügt werden".

Wilhelm Belz 1943 (S. 124): „In der Tat kann man kaum von einer mittelalterlichen Kirche einen Plan aufstellen, bei dem der wirkliche Baubefund mit der geometrisch regelmäßigen Grundfigur übereinstimmt". — (S. 133) „Die Quadratur war das handwerklich-technische Mittel, mit dem man Grund- und Aufriß einer hessischen Hallenkirche im Mittelalter aus der Vorstellung in die Wirklichkeit umsetzte". — (S. 134) „Das aus praktischen Gründen geschaffene mathematische Schema gab dem Bauwerk selbst Gesetz, Ordnung und Schönheit".

Ernst Stockmeyer 1943 (S. 358): „Schon in der Gotik hat die technische Handhabung des menschlichen Maßes für die Bewältigung großer Dimensionen im Aufriß und Grundriß die Anwendung komplizierter Systeme von Dreiecken und Kreispolygonen (Quadratur und Triangulatur) verlangt, welche das Ganze aufteilen und gliedern und in anschaulich-logische Zusammenhänge bringen".

Hans Karlinger 1944 (S. 60): „... es ist ja nicht so ..., daß irgendein Gesetz einfacher Errechenbarkeit den Hüttenmeistern die Handhabe geboten hätte, die Komposition ihrer Raumspannung zu finden — aus dem Glauben an die technische Vernunft als einer vermeintlichen Brücke für die sicherste Raumgestaltung ermißt sich am klarsten die Feindschaft gegen alle Proportionslehren aus dem Geheimnis der ‚göttlichen Geometrie', wie sie etwa den nachempfindenden (und falsch nachrechnenden) Architekten des 19. Jahrhunderts bewegen konnte. So wenig es bis heute geglückt ist — und jemals glücken wird —, an den erkennbaren Rückständen antiker Lebensnahheit in den Figuren der Großmeister des gotischen Naturalismus in Amiens ‚das antike Vorbild' herauszulesen ..., so wenig würde selbst der genaueste Proportionsschlüssel eines gotischen Raumes diesen selbst wieder erstehen zu lassen Kunst und Weisung geben. Denn zuerst müßte der Baumeister das Dynamische gotischer Phantasie selbst mit aller ihrer Unbekümmertheit um die ‚exakte Wirklichkeit' — die ja nicht rechnerisch affektlos, vielmehr aus der heißen Verliebtheit einer Märchenstimmung angeschaut wird ... — zu erleben und sich einzuverleiben begabt sein, ehe er überhaupt daran denken dürfte, vom Spiegel gotischer Schöpfung mehr und Wirklicheres zu besitzen, als die ungewisse Ahnung von einem längst in die Nacht der Vergangenheiten versunkenen Wissen".

Paul Frankl 1945 (S. 47f.): "Certain followers of the Romantics not only believed in this secret but tried to unveil it. In so doing they were less romantic concerning the final objective but they were still more romantic and mystic in their method. They continued to construct geometrical figures; not only those which were transmitted from the Middle Ages, but also new ones derived from the old figures, invented by marvelous assiduity and imagination. Some of these figures are so complicated and dense that by them one can prove nearly everthing. The network of their lines is arbitrary; we have no proof that such networks ever were known to mediaeval designers or that they were used by mediaeval builders. Still more arbitrary was their application by the modern Romantic inventors to mediaeval buildings of which only the most inexact representations were available. This branch of fictitious science thus discredited further investigation of the secret of the masons".

Ernst Stockmeyer 1945 (S. 45): „In den wissenschaftlichen Hilfsmitteln, der Geometrie und Rechenkunst, nehmen die Quadratur und Triangulatur, der Goldene Schnitt und bestimmte Verhältniszahlen eine wichtige Rolle ein. Für eine Reihe gotischer Kathedralen ist die Triangulatur direkt nachgewiesen".

Otto Gruber 1947 (S. 52f.): „Für den Querschnitt und für die Grundrißentwicklung mittelalterlicher Kirchen gelten aus dem gleichseitigen Dreieck, dem Quadrat, aus dem Sechs- oder Achteck und ihren geometrischen Unterteilungen abgeleitete Maßverhältnisse, die sich aus den wirtschaftlichen und handwerklich-technisch konstruktiven Bauhüttenregeln und vor allem wohl aus den lebendigen Beziehungen zwischen Mensch und Werkstoff erklären lassen ... Jeder neue Meister baute zwar auf der vom Vorgänger übernommenen Grundlage weiter, hielt sich aber keineswegs an die alten Pläne ... Wie sollte aber bei dieser Art des Baubetriebes eine allgemeingültige Theorie der Proportion entstehen? Das ist kaum möglich, und unser verwissenschaftlichtes Hirn wird auch die Lösung der Frage nach dem ‚rechten Steinmetzgrund' nicht finden, höchstens feststellen, daß bestimmte Bauhüttengruppen innerhalb einer Meistergeneration auch verwandte, aber sehr frei angewandte Proportionsregeln hatten".

Ehler Wilhelm Grashoff 1948 (S. 19): „Quadrat im Zirkel, Sechseck oder Hexagramm, Pentagramm oder Fünfeck im Kreise sind die Grundlagen eines Systems, das einmal den praktischen Bedürfnissen der Baumeister vollkommen genügen konnte und zum anderen auch den gesamten Kanon eines wirklich großzügigen und umfassenden Proportionssystemes liefert. Und zwar steigert sich dieses System von einer einfachen Gleichung zu nicht mehr erfaßbarer Kompliziertheit, zu einer wirklich irrationalen Proportionslehre, die darum neben der praktischen Verwendung in den Bauhütten des Mittelalters ein von Generation zu Generation streng überliefertes Geheimnis bleiben konnte, — und darum auch heute eine Überprüfung alter Bauwerke auf den zugrunde liegenden Proportionsschlüssel hin oft denkbar schwierig gestaltet, wenn man sozusagen den Ansatz nicht findet. Damit ist retrospektiver — und müßiger — Spekulation Tür und Tor geöffnet". — (S. 20) „Die Proportionen der großen gotischen Kathedralen würden ohne den Grund vom Triangel niemals jene vollendete Harmonie erreicht haben. Und wo einmal dieses System ansetzt, führt es von selbst und folgerichtig die Proportionen bis in jede Einzelheit durch".

Ernst Gall 1950 (S. 102): „Die Trierer Liebfrauenkirche ist auf Grund einer sehr genau vermessenen ‚Quadratur' errichtet ..." — (S. 103) „Sicher ist die ‚Quadratur' kein ‚gotisches' Prinzip, für die Gotik darf generell gesehen die ‚Triangulatur' als charakteristische Maßform in Anspruch genommen werden. Doch ist auf dem Gebiet der Maß- und ‚Proportions'-Forschung der Boden, auf dem weiterzubauen ist, immer noch von den hohen Schuttbergen voreiliger und ungeschichtlicher Verallgemeinerungen und Systematisierungen zu befreien. Daß solche Forschungen aber nicht nur esoterische Bemühungen am Rande der Kunstgeschichte sein sollten, dürfte hoffentlich das Beispiel der Trierer Liebfrauenkirche dartun: Die ganze ungewöhnliche Schönheit ihres Raumes ...

gelangt zum Ausgleich ihrer gegensätzlichen Spannungen durch die Maßverhältnisse der ‚Quadratur', denn diese verknüpft in geheimnisvollem Bunde rationale und irrationale Werte und ordnet im gleichen Gesetz das Gefüge der Raumschale".

Alfons Kiene 1950: Die Schwingungszahlen der Spektralfarben, die von Alberti genannten Maßzahlen, die Moduli der griechischen Säulenordnungen und die Spitzenwinkel der Triangulationsdreiecke stehen zu einander in harmonischer Proportion. Das von Fiederling vorgeschlagene Verfahren der Anzugsdreiecke läßt sich ausbauen, denn die Scheitelwinkel dieser Dreiecke (S. 58) „sind die halben Winkel der Bauhüttendreiecke. Sie teilen die Fassade genau wie die ganzen Winkel, bringen jedoch eine engmaschigere Zwischenteilung. Diese Dreiecke sind also für die Benutzung wesentlich ergiebiger als das Drach'sche, Witzel'sche usw. Dreieck ... Um den Wert der Anzugsdreiecke zu erkennen, muß die bisher übliche Methode, die Dreiecke über den Entwurf zu zeichnen, aufgegeben werden. Dieses herkömmliche Verfahren führt nur dazu, krampfhaft möglichst viele Schnittpunkte zwischen Dreieck und Fassade zu finden, ohne Rücksicht darauf, ob diese Punkte von Bedeutung sind oder nicht ..."

Otto Gruber 1951 (S. 43): „Die Dombauhütten sind ... religiöse Bruderschaften mit ... eidlicher Verpflichtung auf das ‚Hüttengeheimnis', das sich wohl hauptsächlich auf die Kunst der Konfigurationen, also auf die Verwendung geometrischer Proportionsgesetze bezog".

Maria Velte 1951 (S. 35): Zu Grundrissen gotischer Turmbauten ist festzustellen „wichtig ..., daß immer das System der Quadratur die Maße abgab. Das System ist einfach, es läßt jedoch eine sehr große Variationsmöglichkeit zu. Deshalb erscheinen die Pläne oft so kompliziert. Doch ... kann jeder Grundriß mit Hilfe der Quadratur transparent gemacht werden".

Franz Geiger 1952 (S. 17): „Die Maßforschung an Bauwerken des Mittelalters hat festgestellt und die Ergebnisse dieser Abhandlung bestätigen es, daß die gotischen Baumeister hauptsächlich Verhältnisse geometrischer Herkunft verwendet haben. Das Mittelalter hat von der Antike die Kreisgeometrie euklidischer Art übernommen mit den Grundfiguren der in den Kreis eingeschriebenen regelmäßigen Vielecke. Diese Kenntnisse wurden lange Zeit als Grundphänomene und Offenbarung der Gottheit mit Ehrfurcht bewahrt und weitergegeben und bilden einen Teil der Bauhüttengeheimnisse. In diesen geometrischen Maßverhältnissen sich zu bewegen, sie zur Grundlage räumlicher Planung im Sakralbau zu machen, lag der religiösen und mystischen Geisteshaltung des Mittelalters nahe. Hinzu kam einerseits die Wertschätzung des symbolischen Gehalts, der manchen geometrischen Figuren beigelegt wurde, z. B. das gleichseitige Dreieck als Symbol der göttlichen Dreieinigkeit, andererseits der Vorteil der unmittelbaren technischen Verwendbarkeit einiger geometrischer Figuren für die Baupraxis, z. B. die Ermittlung des rechten Winkels mit Hilfe des verdoppelten gleichseitigen Dreiecks". — (S. 70) „Es mag manchem unlogisch und zweifelhaft erscheinen, daß am selben Werk, ja im einzelnen Raum nebeneinander Maßverhältnisse verwendet sein sollen, die aus verschiedenen Grundlagen stammen, zum Beispiel zu Grundrissen im Verhältnis des Fünfsterndreiecks Höhen, die das Achtsterneck aufweisen. Man muß aber aus den Untersuchungsergebnissen die Überzeugung schöpfen, daß solche dem Ursprung nach verschiedenartige Maßverhältnisse gleichmäßig anerkannt waren und nebeneinander verwendbar galten".

J. Csemegi 1954 (S. 32): „Die einschlägigen Untersuchungen — selbst wenn sie Fehler enthalten sollten — lieferten zahlreiche unumstürzliche sachliche Beweise für das Vorhandensein verschiedenartiger Proportionskonstruktionen, die in der Baukunst des Mittelalters zur Anwendung gelangten. Selbst wenn ich die Irrtümer einiger Forscher der Reihe nach hier nicht einzeln nachweise, so muß ich doch auf einen Fehler allgemeiner Art eingehen. Zunächst verirrte sich der größte Teil der Forscher in allzu weitgehende und voreilige Verallgemeinerungen ... Selbstverständlich wurden solche irreführenden Folgerungen durch die sich immer mehr häufenden Ergebnisse der späteren Forschung rasch widerlegt, und dadurch wurde der an diesen Untersuchungsmethoden genährte Skeptizismus der positivistischen Geschichtswissenschaft nur noch verstärkt".

Otto Schubert 1954 (S. 38): „Der germanische Norden hatte in der $\pi/4$-Triangulation sich selber wiedergefunden. Sie hatte das Fremdgut zu eigenem umgewertet. Und das ganze Mittelalter sah nicht in irgendwelchen Formdetails, sondern in dieser grundsätzlichen Einstellung zur Proportion, also im Geistigen, nicht im Konstruktiven, das Wesen gotischer Kunst. Denn in Proportion und Triangulatur offenbarte sich ihm das geheimnisvoll wirkende Walten der Gottheit, deren Kraft die ganze Natur durchseelt und im Gleichgewicht erhält. Demgemäß umschließt diese Proportionalität, d. h. die $\pi/4$-Triangulation das ganze Geheimnis der mittelalterlichen Bauhütten ..."

Wilhelm Funk 1955 (S. 12): „Der Grundgedanke dieses Maßverfahrens ist genial einfach: aus einer Schlüsselfigur, die selbst eine vollkommene Harmonie von Maßverhältnissen und somit einen ‚Urgrund' des Maßes darstellt, zieht man jene Verhältnisse heraus, die ein Werk als sein besonderes Maß an sich zeigen soll. Die Harmonie des Maßgrundes muß sich dann offenbar automatisch dem Maßauszug mitteilen". — (S. 14) „Die alten Meister konnten ... ihren Maßgrund aus drei bzw. vier verschiedenen Schlüsselsystemen wählen. Jedes dieser Systeme hat sein eigenes Maßgefüge ..." — (S. 18) „Unter seinen Fachgenossen, den Historikern, gewann Dehio freilich wenig Nachfolger, um so mehr bei anderen, besonders unter den Künstlern. Diese lösten schließlich auch die gestellte Aufgabe. Allerdings wurden infolge ungenügender Kenntnis der Quellen auch viele unhaltbare Theorien aufgestellt, so daß erst noch die Spreu vom Weizenkorn getrennt werden muß ... Die neuere Maßforschung entwickelte schließlich eine folgerichtige wissenschaftliche Methode für das Entschlüsseln alter Werke". — (S. 20) „Die Folgerichtigkeit beim Entschlüsseln alter Werke gibt nur Spitzenfeils Lehre von Maß und Zahl"[4].

Uvo Hoelscher 1955 (Wedepohl 1967, S. 281ff.): „Das Spielen mit dem 24 : 25-Rechteck ist ja interessant und höchst amüsant! Es gibt in ihm ... kaum einen Punkt, den man nicht durch Diagonallinien festlegen könnte, vorausgesetzt, daß man die Abweichungen in weitherziger Weise entweder auf die Ungenauigkeit der Ausführung oder unkorrekte Aufmessung schiebt ..."

Paul Booz 1956 (S. 47): „Man wird ... auch nicht einen einzigen Bau finden, der einem zweiten genau gleicht, um das Bestehen eines solchen Konstruktionsschlüssels auch nur in den Bereich der Wahrscheinlichkeit zu rücken. Selbst die Quellen geben keine andere Auskunft". — (S. 75) „Wir wissen, daß der gotische Baumeister nicht mit Arithmetik, also mit Zahlen, sondern mit geometrischen Hilfsmitteln zu arbeiten pflegte".

Otto Helmut Förster 1956 (S. 229): „Eine Kirche entsteht nicht auf Grund eines detaillierten Planes aller Teile zugleich, sondern in Abschnitten, die nacheinander und einzeln geplant werden, wenn ihre Zeit gekommen ist — auf Grund zweier zu Beginn bestimmten Elemente: Eines Grundmaßes und einer Grundfigur. Diese schaffen die Gewähr dafür, daß nach Menschenaltern endlich ein Ganzes dastehen wird, geschlossen und harmonisch — obschon alle Einzelheiten das Gepräge des wechselnden Geschmacks verschiedener Meister und Zeiten tragen. Gerade das ist ja das Große und Wunderbare an der gottentsprungenen Kunst und Wissenschaft des Bauens, daß nicht ein starrer Plan die schöpferische Kraft lähmt, sondern jeder frei ist, sein Persönlichstes und Bestes dazu zu tun — und auf diese Weise schließlich ein lebendiges Ganzes entsteht, solange sie alle die Wohltat des Grundmaßes und der Grundfigur empfangen, treu gehütet und weitergegeben haben, wie die Bienen es in der Natur tun".

---

[4]) Hilfsmittel sind Spitzenpfeils Näherungsreihen für $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$.

Armin v. Gerkan 1957 (S. 359f.): „Die Auswalzung von rudimentären vitruvianischen Gedanken zu einer geometrisch bedingten Entwurfsgestaltung ist so alt wie die Beschäftigung mit Vitruv und geht bis in die Renaissance zurück, wenn auch zunächst nur in spielerischer Form, und entwickelt sich besonders in der Barockzeit, wie wohl allgemein bekannt ist. Sie nimmt aber an Umfang und an tierischem Ernst in Architektenkreisen der Neuzeit immer mehr zu und wird zu einer wahren Leidenschaft ... hier aber sei noch die bedenkliche Feststellung getroffen, daß bei denselben Bauwerken die verschiedensten Systeme immer großartig aufgehen, wenigstens nach Ansicht des jeweiligen Autors ... Sodann ist gemeinsam, daß niemand imstande ist, die Stichhaltigkeit seines Systems zu beweisen, ja nicht einmal die Notwendigkeit dazu einsieht. Die Begründung wird allein durch die Behauptung ersetzt, daß das Ergebnis durch seine Überzeugungskraft bereits Beweis genug sei; dem Zweifler aber wird entgegnet, daß er das Augenfällige nicht sehen wolle. Man sieht, daß diese Sekte nicht gewohnt ist, wissenschaftlich zu arbeiten: daher fehlt das Bedürfnis nach authentischen Unterlagen und die Einsicht, daß für derartig umfassende und allgemeine Entwurfsgrundlagen doch irgendwelche Andeutungen in der so reichen Literatur vorhanden sein müßten, zumal ihre Geltung Jahrhunderte und Jahrtausende umfassen soll. Wenn sie so verschiedene Zeiten und Kulturen überbrücken sollten, kann man doch nicht mehr von Geheimnissen reden, die allein auf mündlichen Wegen nur den Eingeweihten — das wären außer Priestern alle Baumeister — übermittelt worden seien. — Das Merkwürdigste an diesen Entschlüsselungsverfahren ist, daß die Autoren, fast ausschließlich selbst Architekten, ihre Ergebnisse niemals für eigene Entwürfe annehmen oder anwenden würden. Man geht ja von großen Grundzügen erst bei der Durcharbeitung auf die Einzelheiten über, und so zu allen Zeiten, weil es anders gar nicht sein kann. Hier aber wird in den fertigen Grund- oder Aufriß nachträglich die komplizierte Schlüsselfigur eingezeichnet, mit so viel Diagonalen und Verbindungslinien, daß ein gewisser, aber immer zufälliger Teil hin und wieder mit Linien und Punkten des Entwurfes zusammenfallen ... Es ist völlig undenkbar, daß dieser Weg eine künstlerische Leistung gewährleiste, ja nicht einmal die Entstehung eines Entwurfs, und keiner der Autoren versucht, einen solchen nachzuschaffen. Man übersieht vielmehr naiv, daß der Vorgang genau umgekehrt abläuft: nicht die Grundfigur bestimmt den Bau, sondern sie wird erst in die fertige Zeichnung eingetragen. Bestenfalls würde man den Entwurf dabei ein wenig zurechtrücken, um die ersehnte Übereinstimmung zu erhalten oder zu vermehren, ohne daß einzusehen wäre, wozu das gut sein könnte ... Aus Obigem folgt ein weiterer Wesenszug unserer Adepten: ihre völlige Ungeselligkeit. Wenn auf einem Gebiet verschiedene Forscher arbeiten, so ergibt sich von selbst, daß sie sich vielleicht bekämpfen und widerlegen, aber doch diskutieren und die gemeinsame Aufgabe zusammen fördern. Hier ist es genau umgekehrt: sie sagen kein Wort voneinander, und als wenn man keinen Vorgänger hätte, wird das Pulver immer aufs Neue erfunden. Man wird doch nicht annehmen wollen, daß sie in der Tat voneinander nichts wüßten, aber der Grund ist klar und sogar zwingend. Wir sahen eben, daß die gleichen antiken Monumente nach den verschiedensten Methoden mit vollem subjektivem Erfolg entschlüsselt werden, und doch muß jede, wenn sie Sinn haben soll, die anderen ausschließen. Die Diskussion müßte daher in der Widerlegung des Konkurrenten bestehen, die jedoch nicht gut möglich ist, weil keiner von ihnen etwas beweist, sondern nur behauptet. Wie unser Versuch zeigen soll, kann nur der Gegner widerlegen, nicht aber der Mitbewerber, da er sich dabei in peinlicher Weise selbst widerlegen würde. Wir aber müssen aus der offenbaren Tatsache, daß für dasselbe Bauwerk verschiedene Lösungen vorgeschlagen werden konnten, die Folgerung ziehen, daß es eine Naturerscheinung ist, die nichts aussagt, da man nur willkürlich ablehnen oder zustimmen kann".[5])

André Lurçat 1957 (S. 22): „Le problème de la mise en proportion d'une surface ou d'un volume fut, de tout temps, fort étudié et discuté. Il fut à l'origine de nombreux écrits où

[5]) Ähnlich äußerte sich *v. Gerkan* 1962 (*Wedepohl* 1967, S. 284).

les auteurs vantant l'excellence de certains rapports de proportion, essayèrent de dégager, parmi la variété infinie de rapports arithmétiques ou géométriques possibles, ceux qui, selon eux, se présentent dotés de vertus harmoniques incontestables. Là encore grande est la confusion; en effet la plupart de ces auteurs firent reposer, à tort, leurs considérations sur des raisons métaphysiques, sur des spéculations mathématiques, ou encore sur des correspondances, illusoires d'ailleurs, avec les autres arts. Dans les questions concernant l'esthétique architecturale, il est indispensable de rester dans le domaine du concret".

Wilhelm Funk 1962 (Wedepohl 1967, S. 302): „Ich bin skeptisch gegen alle Entschlüsselungen, die ... keine Werkzahlen Spitzenpfeils aufweisen ... Verschiedene meiner früheren Schüler (bis zu Abiturienten) haben trotz meines wohlgemeinten Verbots sich nicht abhalten lassen, solche Entschlüsselungen zu probieren. Es war für sie kein Kunststück. Schwerer war nur, die einzelnen Dinge klar und sachlich herauszufinden und die einzelnen Fragen zu bedenken. Jetzt, nachdem diese gelöst sind, kann man gesichert und folgerichtig arbeiten."

François Cali 1965 (S. 228): „Funck-Hellet ... faßt in einem einzigen, ziemlich einfachen ‚Zeichen' die gewaltige, aber auch rationale Gesamtheit von Amiens zusammen. Dieses Zeichen ist für den ziemlich einfach, der seine Entstehung kennt. Wir können auch andere und einfachere Zeichen dieser Art finden. Das Sonderbare besteht jedoch darin, sie als etwas Sakrales zu betrachten, wie es die Maurer taten, die eine Religion durch eine andere ersetzten. Das Sonderbare besteht weiter darin zu denken und zu glauben, daß die französischen Maurer des 12. und 13. Jahrhunderts gerade mit derartigen ‚Papierkokotten', die heimlich von Hand zu Hand gingen, die Maurer der Kathedralen wurden".

Karl Freckmann 1965 (S. V): „... die gotische Kunst als solche klammern wir hier ganz bewußt aus. Denn [es] ... ist ... von ihr schon bekannt genug und durch Einzeluntersuchungen genügend belegt, daß ein vollkommenes geometrisches System als Grundlage für ihre Architektur gedient hat ..." — (S. VI) „Schließlich erhebt sich noch die Frage: Ist es nicht des Schweißes der Edlen wert, einen solchen Versuch zu machen, um dem Geheimnis des schaffenden Geistes auf die Spur zu kommen? Erwachsen durch eine Beschäftigung mit diesen Fragen nicht unmittelbar große Vorteile für die Praxis eines jeden einzelnen? ... Jedenfalls wäre es ein kultureller Rückschritt, wollte man die ungezählten geistvollen Erfindungen und Verbindungen mißachten, die vergangene Zeiten in ihre Baupläne hineingebracht haben, und zwar mit den größten Erfolgen, wie sie ohne Anwendung solcher Methoden einfach nicht hätten erzielt werden können. Erst aus dieser Erkenntnis heraus wird man gewisse Richtlinien für alles zukünftige künstlerische Schaffen gewinnen ..." — (S. VIII) „Ganz abgesehen von dem Ritual der Bauhütten lebte offenbar immer noch die Erkenntnis weiter, daß aus der alten Bauweise sichtbare Harmonien entstanden und daß nur der geometrische Unterbau allen Planungen und Ausführungen Ordnung und Schönheit verleiht". — (S. 144) „... es ist geradezu unglaublich, wie genau diese Linien, deren Zahl sich noch beliebig vermehren ließe, zur Festlegung bestimmter Punkte benutzt wurden. Aber nur dadurch konnte die unfaßbare Harmonie entstehen, die jeden Besucher dieses weihevollen Raumes unbedingt in ihren Bann zieht". — (S. 166) „Hier könnte eingewendet werden, weshalb eigentlich alle diese Systeme und Methoden angewandt wurden? Daß auf andere Weise damals gar nicht gebaut werden konnte, haben wir schon in der Einleitung darzulegen versucht ..." — (S. 214) „Zu allererst wissen wir nunmehr mit absoluter Sicherheit, daß große Architektur zu allen Zeiten proportioniert war. Das läßt sich mit Recht nicht mehr bezweifeln oder bestreiten ... Wie maßgebend diese drei Zaubermittel für Entwurf und Ausführung sein können, wird jedem Fachmann ohne weiteres einleuchten. Dazu kommt dann noch der Gebrauch der altbekannten Proportionsmöglichkeiten wie der Triangulatur und Quadratur, mit denen das kleine Kompendium vollständig ist".

Albrecht Kottmann 1967 (S. 3): „Bei der Bemessung und Absteckung benützte man vorwiegend das gleichseitige Dreieck und das aus zwei gleichseitigen Dreiecken gebildete Sechseck, während das Quadrat verhältnismäßig selten in Erscheinung tritt. Das Fünfeck findet sich nur in ganz besonderen Fällen ...“

Otto v. Simson 1968 (S. 27): „Mit nur einem gegebenen Grundmaß war der gotische Architekt imstande, alle anderen Größen seines Grund- und Aufrisses mit rein geometrischen Mitteln zu entwickeln; als Grundform dienten gewisse regelmäßige Vielecke, vor allem das Quadrat“.

Nach welchen Gesichtspunkten sollte man versuchen, dieses Florilegium der Proportionsliteratur zu einer Summe zusammenzufassen? Lohnt es sich etwa, diese Serie von Halbheiten, Leichtfertigkeiten und Widersprüchen, von zweifelhaften Prämissen und unzweifelhaften Trugschlüssen nach Art und Gattung zu sortieren, um daraus die Geschichte der Proportionsforschung abzuleiten? Gewiß nicht. Hier ist das geflügelte Wort im Recht: Difficile est, satiram non scribere.

B. Die Quellen

Sollte der gotische Architekt am Reißbrett und auf der Baustelle mit Proportionsfiguren gearbeitet haben, so müßten die Quellen den erwarteten Aufschluß geben.

Christian Ludwig Stieglitz argumentierte 1820 noch ohne historische Belege. Sulpiz Boisserée berief sich 1823 auf Cesariano (Abb. 2, 3, 4) und nannte 1842 überdies Rivius, „des Chores Maß und Gerechtigkeit“, dazu Lacher und Roritzer[6]).

Im ausgehenden 19. Jahrhundert wurden weitere Quellen bekannt: 1881 das Fialenbüchlein des Hans Schuttermayer[7]), 1887/88 Gabriele Stornaloco's „Diagramm“ zum Querschnitt des Mailänder Domes (Abb. 1), 1895 Antonio di Vincenzo's Aufnahmeskizze zum Grundriß und Querschnitt ebenfalls des Mailänder Domes[8]) und 1895 der perspektivische, 1592 in Kupfer gestochene Querschnitt von S. Petronio in Bologna (Abb. 5)[9]).

Diese historischen Grundlagen der These fanden in der Proportionsliteratur ein Echo, das die hier praktizierte Methode immerhin kennzeichnet.

---

6) Cesare Cesariano, Di Lucio Vitruvio Pollione de architectura libri decem, Como 1521. — Gualtherus Rivius, Vitruvius Teutsch, Nürnberg 1548. — „Des Chores Maß und Gerechtigkeit“ wurde von *Stieglitz* 1820 (S. 240) unvollständig und von *Hoffstadt* 1840 (S. 66ff.) mit einigen Zusätzen veröffentlicht. Die nicht datierte Handschrift ist seitdem verschollen. — Lorenz Lacher hat die Unterweisung für seinen Sohn Moritz 1516 zu schreiben begonnen; die einzige Abschrift befindet sich im Stadtarchiv Köln. Der Text ist abgedruckt bei *Reichensperger* 1856 (S. 133). — Mathes Roriczer, puechlen der fialen gerechtikait, Regensburg um 1487/88; mehrfach nachgedruckt, im Faksimile herausgegeben von *F. Geldner*, Wiesbaden 1965.

7) Anzeiger für Kunde der deutschen Vorzeit, 28. Jg., 1881, Sp. 65.

8) Das Diagramm und die Aufnahmeskizze hat *Beltrami* als erster veröffentlicht; Nachdruck in *Beltrami* 1964, Fig. 4, 10.

9) Erstmals bei *Dehio* 1895 (Proportionsgesetz) Fig. 94.

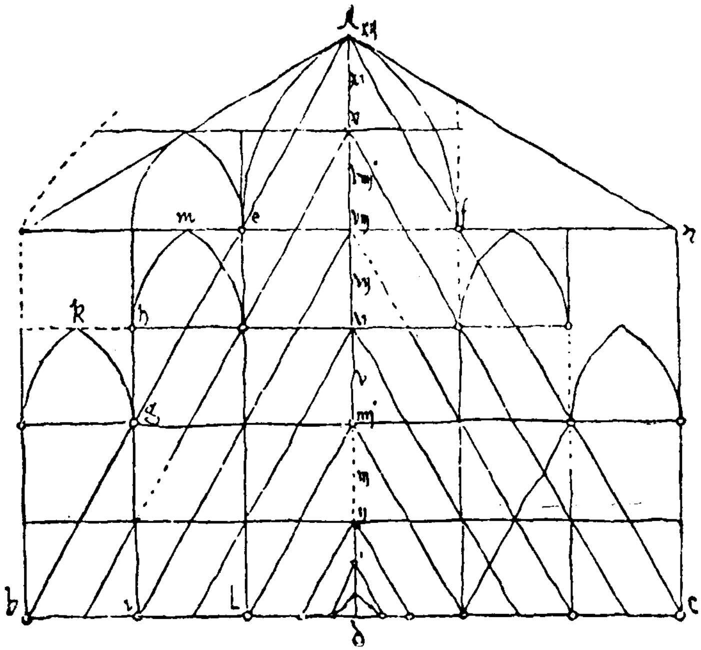


Abb. 1. Mailand Dom, Diagramm des Querschnitts (Stornaloco 1391).

Georg Dehio 1895 (Proportionsgesetz, S. 22f.): „Cesare Cesariano, der Verfasser der ersten italienischen Vitruvübersetzung ... erläutert den Begriff der ‚orthographia' an dem Beispiel einer Grundriß- und Querschnittzeichnung des Mailänder Domes, wobei er ausführt, daß dieselben nach der ‚deutschen', d. i. gotischen, Regel trianguliert seien. Zeichnung und Erklärung sind in den ersten deutschen Vitruv, von Walther Rivius ... übergegangen und von hier entnahm Sulpiz Boisserée seine allerdings noch sehr undeutliche Vorstellung von der Sache. Allein Cesarianos Angaben sind bekanntlich von der jüngeren Generation der Kunst- und Bauforscher einmütig verworfen worden ... Nun ist allerdings richtig, daß in Cesarianos Darlegung der an sich einfache Kern der Sache mit allerlei überflüssigen Künsteleien verwickelt wird. Ob dieselben von seiner eigenen Erfindung sind oder bei den Epigonen der Gotik allgemeiner verbreitet waren, kann uns heute verhältnismäßig gleichgültig sein. Denn es ist soeben ... ein vollkommen authentisches Dokument von bedeutend höherem Alter an den Tag gekommen. Gleich im Anfangsstadium des Mailänder Dombaues entstand zwischen den einheimischen Architekten und den aus Deutschland berufenen ein heftiger Streit. Unter den Sachverständigen, deren Superarbitrium man einholte, befand sich der Piacentiner Gabriel Stornaloco, ‚expertus in arte geometriae'. Von diesem rührt die beistehend ... (nach Beltrami) wiedergegebene schematische Zeichnung her mit dem Datum a. 1391 ..." — (S. 23f.) „Das zweite Dokument ist ebenfalls unanfechtbar. Es ist ein auf den Bau von S. Petronio in Bologna bezüglicher, im Jahre 1592 als Kupferstich veröffentlichter Riß ... Der Bau von S. Petronio, ... begonnen 1388 ..., war im Laufe des 15. Jahrhunderts in Stockung gekommen; gegen Ende des 16. entschied man sich, nachdem zahlreiche Projekte für den Ausbau umsonst aufgestellt waren, für die Vollendung, wenn auch in verkürzter Gestalt. Außer dem Querschiff und Chor, die definitiv aufgegeben wurden, fehlten noch die Hochwände und Gewölbe des Mittelschiffes. Hierüber entspann sich ein unter leidenschaftlicher

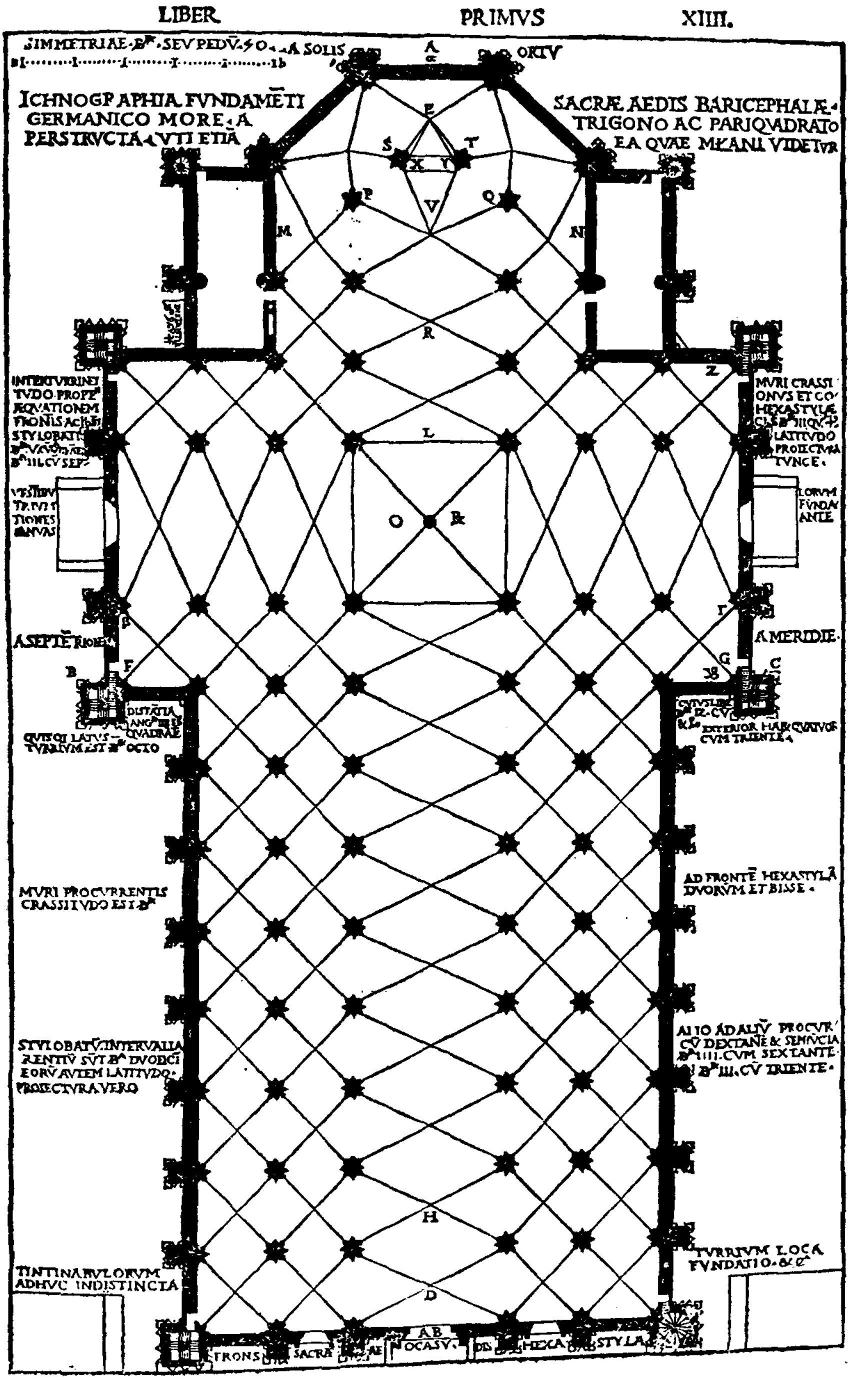


Abb. 2. Mailand Dom, Grundriß (Cesariano 1521).

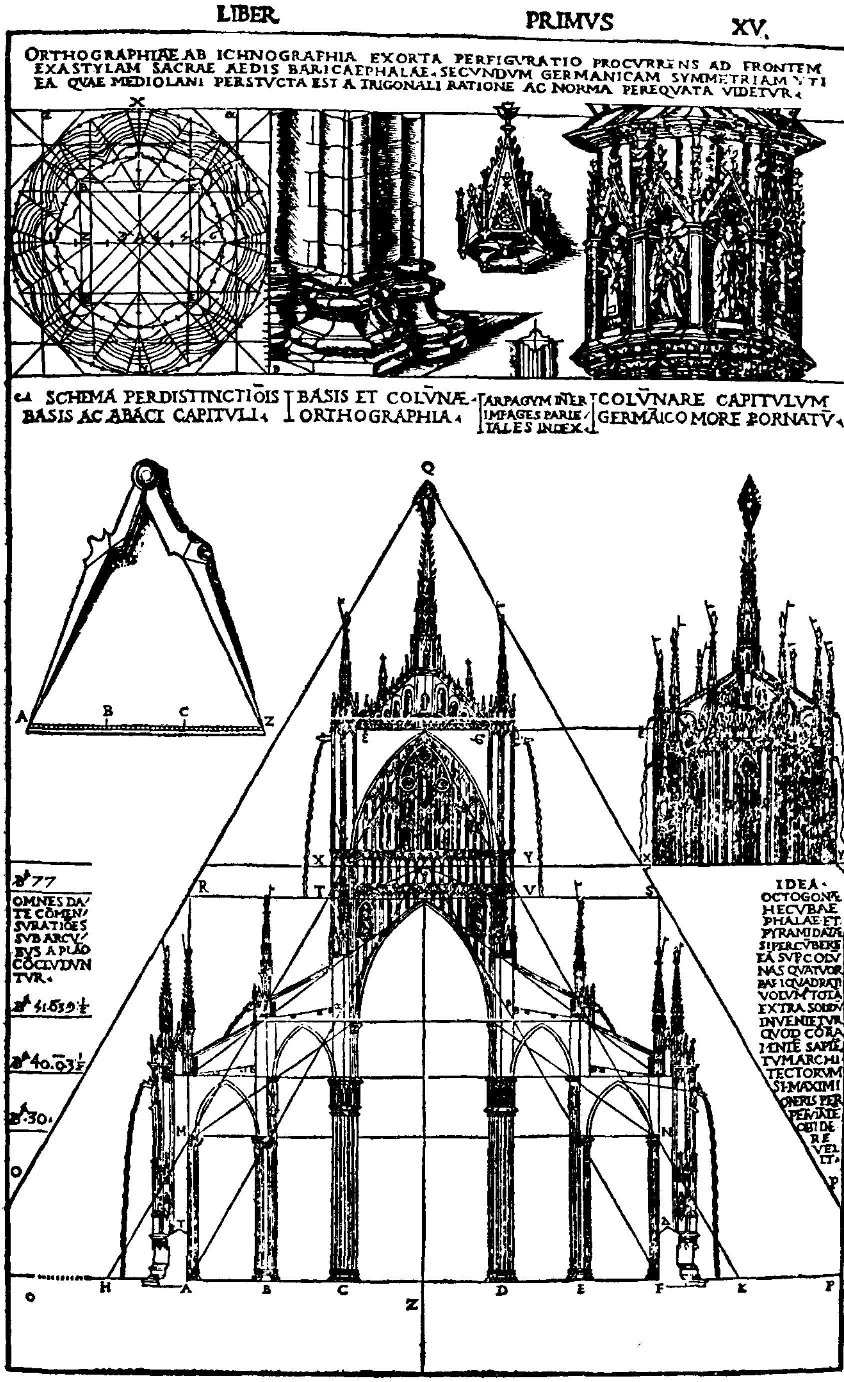


Abb. 3. Mailand Dom, Querschnitt A (Cesariano 1521).

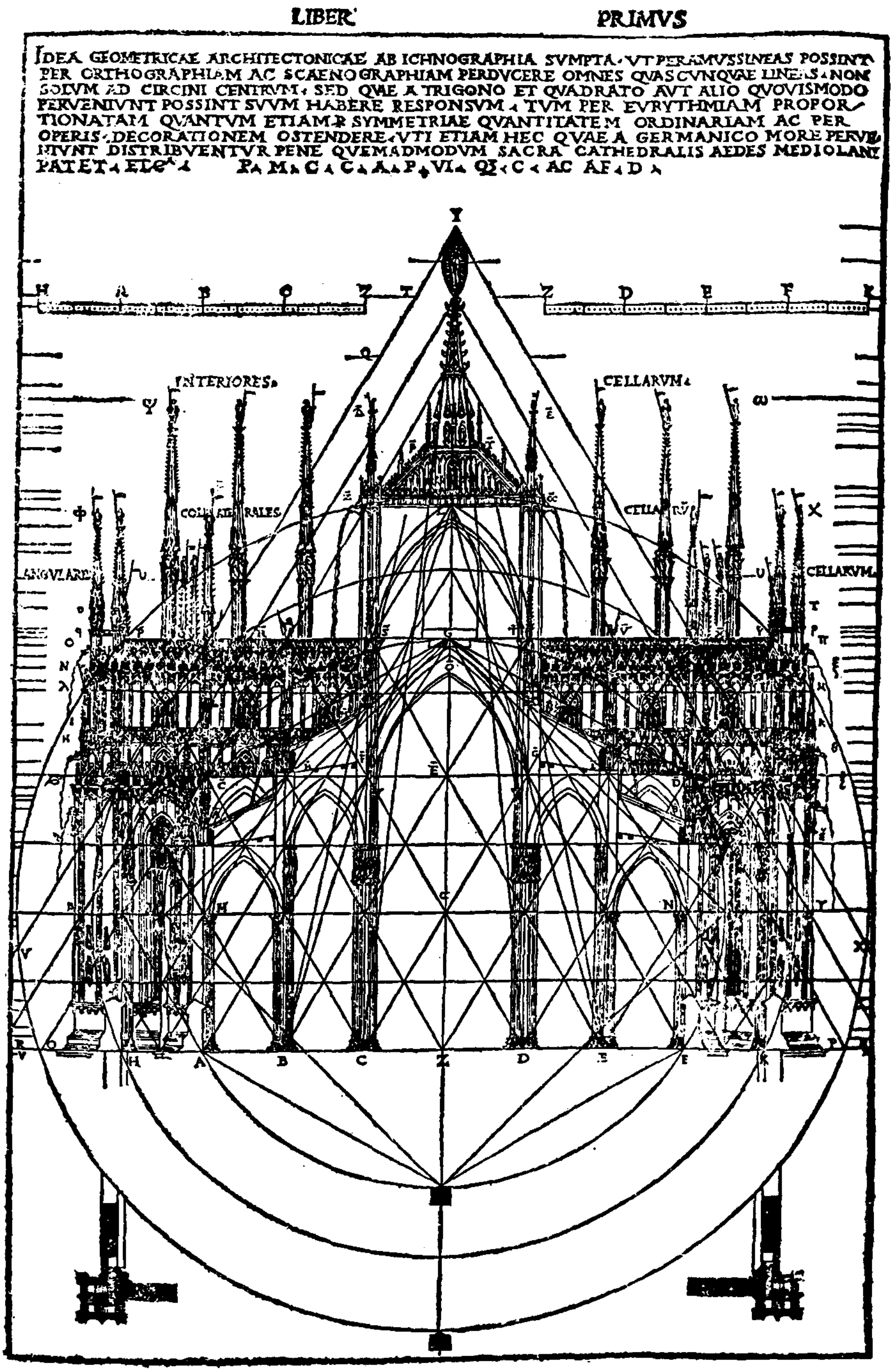


Abb. 4. Mailand Dom, Querschnitt B (Cesariano 1521).

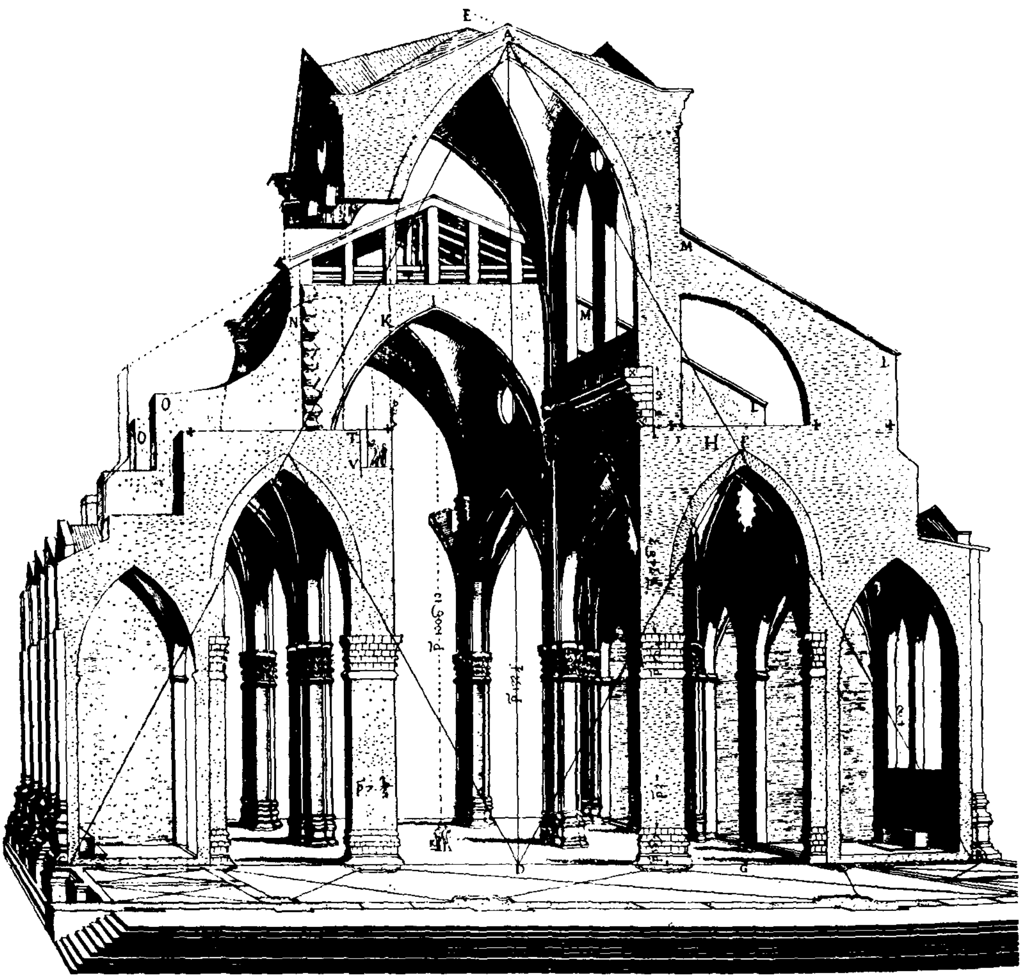


Abb. 5. Bologna S. Petronio, Perspektivischer Querschnitt (Ambrosini 1592).

Teilnahme der ganzen Bevölkerung geführter Streit. Die eine Partei verlangte, daß die ursprünglich beabsichtigte, der ‚deutschen' d. i. gotischen Regel des gleichseitigen Dreiecks entsprechende, Höhe beibehalten werde; die andere, an der Spitze der leitende Architekt Terribilia, wollte, teils aus dem bekannten Haß der Renaissancekünstler gegen den gotischen Stil als solchen, teils aus wirklich stichhaltigen Gründen, die Gewölbe niedriger haben, und diese blieben, wenn auch mit einigen Zugeständnissen, Sieger. Auf unserem Kupferstich nun gibt ein mir nicht näher bekannter Architekt Friano Ambrosino eine Parallele, wie er in der Beischrift ausführt, zwischen dem neuen Gewölbe (Scheitelhöhe KJ) und dem triangulationsgerechten (ABC mit den Teildreiecken FBD und FDC). Man sieht auf der Zeichnung nichts von dem überkünstlichen Liniennetz Cesarianos, sondern ein ganz einfaches Schema, identisch mit dem von mir experimental rekonstruierten. Außerdem enthält die Beischrift die Behauptung, alle alten Teile seien trianguliert gewesen ..."

Hans Auer 1896 (S. 192): „Wir wollen den interessanten und völlig überzeugenden Durchschnitt von S. Petronio in Bologna sowie das Dokument des Piacentiner Geometers Stornaloco ohne Weiteres gelten lassen als Beispiele, daß es zu allen Zeiten Künstler gegeben hat, die ihre Werke in den ersten Entwürfen auf naheliegende geometrische oder arithmetische Normen *aufgebaut haben, um wenigstens für den Anfang einen Anhaltspunkt* zur Bestimmung von Höhendimensionen zu gewinnen, für deren Feststellung uns das bloße Gefühl in der Tat im Stich läßt ... Indessen geben uns jene vereinzelten Beispiele, wo das *Triangulationsdreieck zu stimmen scheint, kein Recht, dasselbe zu einer so allgemein* verbreiteten Regel zu erheben, wie Dehio annimmt".

Alhard v. Drach 1897 (S. 1): Mit dem Diagramm des Stornaloco, den Rissen des Cesariano und mit dem bologneser Kupferstich lieferte Dehio „drei Zeugnisse aus älterer Zeit für die damals in Übung gewesene Triangulation. Aus denselben geht hervor, daß etwas an der Sache ist, d. h. daß im Mittelalter der Triangel tatsächlich als Norm für die Proportionierung gedient hat. Hiervon überzeugt begannen wir unsere Untersuchung ....“ — (S. 2) „Leider liefern die drei Nachrichten, als schon der Zeit des Niedergangs angehörig, nicht den Beweis, daß in Deutschland zur Blütezeit der Gotik eben dieselbe Regel der Triangulation gegolten habe; sie lassen uns darüber im Unklaren, wann und wie die Methode erfunden oder entstanden sei."

Karl Mohrmann 1897 (Proportionsgesetz, S. *66*): „*Das Zusammentreffen dieser drei* Zeugnisse gibt den annehmbaren Beweis, daß zu Ausgang des Mittelalters die Triangulierung wenn nicht viel geübt, so doch wenigstens bekannt war ...“

Karl Witzel 1914 (Vorwort): „Wohl ergeben die Versuche nach geometrischen Proportionen in den Plänen alter Bauwerke unzweifelhafte Resultate und logische Erklärungen für das Vorhandensein solcher Gesetze, aber ein sicherer Beweis dafür wird schwerlich zu führen sein, denn weder in der Literatur jener Zeit, noch in sonstigen erhalten gebliebenen Baurissen und Pergamenten findet man in Deutschland irgendeine Spur, aus der mit Gewißheit der Tatbestand zu beweisen wäre“. — (S. 7) „Man darf sich nicht wundern oder beirren lassen, daß in Deutschland selbst gar keine schriftlichen Überlieferungen über Proportionsgesetze vorhanden sind. Es lag zu sehr im Wesen des Mittelalters, über alles ein mystisches, geheimnisvolles Dunkel zu breiten ... Die Bauhütten machten keine Ausnahme ... Wie streng diese Hüttengeheimnisse gehütet wurden, ersieht man aus einigen auf uns gekommenen Schriften“. Witzel nennt Hans Hösch, Lorenz Lacher, Mattes Roritzer. „... in keiner dieser Schriften sind Andeutungen über das Wesen der Triangulation gemacht. Alle drei Schriften geben uns über allerhand praktische Konstruktionen Aufschluß, die jedem Bauhandwerker schon vorher geläufig sein mußten“. — (S. 8f.) „Die einzigen schriftlichen und bildlichen Überlieferungen über die Verwendung der Triangulation mit dem gleichseitigen Dreieck stammen aus Italien und gaben Veranlassung zu den Untersuchungen, die G. Dehio ... vorgenommen hat ... Leider liefern die drei Nachrichten, als schon der Zeit des Niedergangs angehörig, nicht den Beweis, daß in Deutschland zur Blütezeit der Gotik eben dieselben Regeln der Triangulation gegolten haben ...“

Julius Haase 1917 (*Magdeburg, Sp. 56*): „Es haben sich hierüber nur sehr spärliche literarische Andeutungen aus der vorchristlichen und keine aus der frühchristlichen und romanischen Zeit erhalten, erst im gotischen Mittelalter, besonders in der Spätgotik, treten solche seltenen Fälle in *dokumentarischer* und literarischer Gestalt, aber in sehr zurückhaltender Form auf“.

Julius Haase 1919 (S. 8f.): „Die wenigen überhaupt entstandenen und auf uns gekommenen alten Schriften mittelalterlich-gotischer Meister ... vermeiden alle ersichtlich, das Wesenhafte der ... bei den Meistern mit Sicherheit vorauszusetzenden Kenntnisse in den Einzelheiten mehr als nötig zu berühren“. — (S. 9) „Auch die ... Vitruv-Übersetzung ...

von Cesare Cesariano, Como 1521 und Vitruvius Teutsch, herausgegeben durch Gualtherum H. Rivium in Nürnberg 1548, gibt im Sinne mittelalterlicher Hütten nur oberflächliche Andeutungen ..."

Bartholomäus Hanftmann 1930 (S. 233): „Unternehmer-Außenseiter vom Schlag Vitruvs ... hatte auch die geheimwirtschaftliche Gotik, und auch sie hatten das Bedürfnis, ihre schmalen Kenntnisse zu veröffentlichen, siehe den regensburgischen Roritzer".

Ernst Mössel 1931 (S. 150): „Auch die wenigen erhaltenen bautechnischen Schriften des Mittelalters, soweit sie unseren Gegenstand überhaupt berühren, geben keinen weiterreichenden Aufschluß. Dasselbe gilt von Walther Rivius' umfangreich kommentierter Vitruvübersetzung ..."

Helen Rosenau 1931 (S. 189) „Zieht man die einzigen sicheren Zeugen mittelalterlicher Überlieferung, die Originalrisse und Skizzenbücher neben den Schriftquellen in den Kreis der Betrachtung, so ergibt sich aus ihnen keinerlei Spur einer Proportionssystematik".

Walter Thomae 1933 (S. 15f.): „Das Diagramm des Stornaloco ... Wir können die Tatsache feststellen, daß hier aus der Zeit der Mittelgotik (vor 1400) eine Zeichnung vorliegt, welche ... wichtige Baupunkte durch ein System ... von gleichseitigen Dreiecken bestimmt. Allerdings beginnt der Geist der Regelmäßigkeit schon mit dem Grundriß ... etwas Neues aber ist die Wahl der Triangulatur ..." — (S. 16f.) „Zum zweiten Male begegnet uns der Dom in der italienischen Vitruvübersetzung des Cesare Cesariano 1521 ... Der Grundriß ... zeigt, daß die Verbindung der Achspunkte lauter ganze und halbe Quadrate ergibt ... Gegen die sonstige Gewohnheit des Autors zeigt der Grundriß keine eingezeichneten Triangulationslinien, sondern nur Buchstaben; ... Wirklich primäre und in der Konstruktion zusammengehörige Fixpunkte sind durch diese Dreiecke nicht verbunden. Die Punkte liegen außen und innen zugleich, nirgends an markanter Stelle ... Der Verfasser hatte keine Überlieferung vor sich, sondern war a priori überzeugt, auch in den Grundriß gehörten, wie in Stornalochos Aufriß, Dreiecke hinein und er bringt sie unter, so gut es geht. Das Ergebnis ist kläglich, von einem Prinzip keine Spur. In einem fertigen quadratischen Grundriß sind die Dreiecke entweder falsch oder bestenfalls nur abgeleitet. Man schlägt doch nicht, um zu Quadraten zu gelangen, den Umweg über Dreiecke ein!" — (S. 17f.) „Der erste Querschnitt des Mailänder Doms bei Cesariano ... zeigt den heute noch bestehenden Aufbau, bei dem also, mit dem Plan Stornalochos verglichen, das Hauptgewölbe herabgedrückt ist. Gleichwohl sind auch hier drei große Dreiecke eingezeichnet ... Für ihn, den Mailänder Dombaumeister, sind die Akten von 1391ff. ebensolche Probleme als für uns, und er versucht gar nicht, sie zu lösen ... von Triangulation dieser fünf Schiffe kann gar keine Rede sein ..." — (S. 20f.) „Der zweite Querschnitt des Mailänder Doms bei Cesariano ... ist im wesentlichen ... eine Korrektur des vorigen, mit einem Anklang an Stornalocho, offenbar in der Absicht gemacht, dem Ideal einer solchen Kirche näherzukommen ... so ist es keine Kunst, Kreis, Dreieck, Quadrat und Sechseck in den Querschnitt hineinzuzeichnen. Aber Cesariano sieht offenbar etwas Wunderbares darin ..." — (S. 23) „Das Buch Cesarianos wurde 1548 von Gualtherius Rivius in Nürnberg ins Deutsche übersetzt ... Man sollte meinen, der Deutsche sei imstande, aus vaterländischer Überlieferung noch Aufklärungen gotischer Kunstmeinung hinzuzufügen, allein das Gegenteil ist zu bemerken: Verunklärung des italienischen Musters, welches für uns die wichtigere Quelle bleibt ..." — (S. 24f.) „In der Baugeschichte der Kirche San Petronio in Bologna begegnen uns ähnliche Vorgänge wie in Mailand. Da der Streitfall und der zugehörige Kupferstich erst in das Jahr 1593 fällt, so ist zwar der Quellenwert in unserer Sache nur ein bedingter, aber eine gotische Tradition ist unverkennbar ... Vielleicht hatte man 1388 ein Hochschiff geplant nach dem Prinzip der Mailänder Skizze Stornalochos, jedenfalls war eine lokale Skizze 1587 nicht mehr vorhanden und so konnte ein Streit entstehen, bei dem sich die ‚Gotiker' nicht auf ältere Pläne beriefen, sondern auf Cesariano ... Durch diese Berufung auf den älteren

Mailänder haben aber diese Dokumente fast ihren ganzen Quellenwert für uns eingebüßt". — (S. 27f.) „Das Büchlein von der Fialen Gerechtigkeit von Mathias Roritzer ... In Summa enthält die Schrift nichts weiter, als die Konstruktion eines Bauglieds (hier Fiale) in festen Maßen, die voneinander in geometrische bzw. arithmetische Abhängigkeit gebracht sind ... Die Ausdrücke Quadrat und Triangel begegnen uns hier nicht; die Quadratur findet unbewußt statt, von Triangulatur ist nirgends etwas zu bemerken". — (S. 29) „Lorenz Lacher ... Der Ausdruck Triangel kommt nur einige Male vor, nirgends aber als Grundprinzip ..."

Theodor Fischer 1934 (S. 47): „Für die Anwendung der Triangulatur im Mittelalter und in späterer Zeit haben wir — wie man es durch die Herrschaft des Hüttengeheimnisses wohl erklären könnte — auch nur spärliche, aber doch wohl überzeugende Nachrichten. Es ist aber Veranlassung genug gegeben, diese Zeugnisse sehr kritisch zu betrachten". — (S. 58) Nach einem Hinweis auf die italienischen Quellen „Die anderen literarischen oder bildlichen Zeugnisse für die Triangulatur sind im Vergleich mit den besprochenen geringfügig und problematisch".

Hugo Kükelhaus 1934 (S. 207): „Suchen wir ... nach wesentlichen Maßwerkbelegen, so finden wir sie in den Büchern, die den Werken des Großen Baumeisters gewidmet sind; sie liegen offen da in der auf dem Zwölfeck beruhenden Sterndeutung und zauberischen Raumordnung, im Volksglauben, in den Geheimlehren oder im Weltbild des Paracelsus. Es sind die Quellen, aus der auch das Werkwissen schöpfte. In verwunderlicher Verkennung dieses Sachverhaltes machte die Bauforschung ihre Anerkennung der geschichtlichen Bedeutung des Maßwerkes von Beweisen abhängig. So kam es, daß die Freunde des Maßwerkes im Eifer Urkunden als Belege ausgeben, die der Prüfung nicht standhalten können. Und schon frohlocken die Zweifler. Richtiger wäre es, die Suche nach Beweisen aufzugeben. Wir müssen aus uns selbst heraus zum Maßwerk kommen — aus der Gebärde. Aus der Urbildschau."

Karl Busch 1935 (S. 79): „Nur eine nebensächliche Kleinigkeit gibt Matthias Roritzer seinem bischöflichen Bauherrn in dem Büchlein von der Fialen Gerechtigkeit (1486) preis, nicht mehr verrät Hans Schmuttermayers Fialenbüchlein".

Otto Kletzl 1935 (S. 56): „... eine so rein geschichtliche Methode (läßt) angesichts der fast nur in verspäteten und daher auch oft entsprechend verballhornten Quellen erhaltenen Kenntnisse immer nur einen Beitrag zu einer befriedigenden Antwort, niemals eine solche Antwort selbst erwarten ..." — (S. 59) „Solches Baumeister-Wissen wurde aber auch je später desto mehr mißverstanden und entsprechend verballhornt ... Wir müssen daher über das Studium von verderbten Resten einer spät und unzureichend fixierten Werkerfahrung hinausgelangen ..."

Otto Kletzl 1936 (Straßburg, S. 51): Der Text der Fialenbüchlein von Roritzer und Schmuttermayer „ist übrigens in beiden Fällen nicht belangreich. Der Aufbau einiger Bauelemente nach einfachen Faustformeln, aus denen man sich gewisse Triangulationsverfahren der Bauhütten erst selber ableiten muß ..."

Ernst Mössel 1938 (S. 45): „Es gibt Überlieferungen. Sie sind nicht umfangreich und nicht zahlreich, aber immerhin klar genug, um das Wesentliche zu erfassen. Vielleicht wird im Laufe der Zeit mehr zutage kommen. Denn alle diese Dinge, die für meinen Zweck als Berichte, Zeugnisse, Belege zu dienen vermögen, sind erst richtig zu verstehen, nachdem man die Geometrie als bestimmende Grundlage von Bauwerk und Bildwerk bereits kennt".

Ehler W. Grashoff 1948 (S. 21): „Die Abbildung des Schemas am Mailänder Dom nach Cesare Cesariano und dem Deutschen Rivius ... beweisen ... eindeutig, daß die Gleichung des Triangel kein müßiges Spekulieren unserer Zeit mit Geheimnissen ist, sondern ein

Prinzip der Bauhütten, wenn auch die Überlieferung der Hüttengeheimnisse, soweit sie bekannt sind, keine rechte Klarheit bringt. Das ist das Gesetz von der ‚Teutschen Steinmetzen Grund vom Triangel' ".

J. Csemegi 1954 (S. 32): „Nachdem wir das empirische Angabenmaterial ... besprochen haben, stellt sich nun die Frage: Gibt es denn wohl auch andere sachliche und zeitgenössische Beweise dafür, daß geometrische Konstruktionsmethoden in der mittelalterlichen Baukunst angewendet worden sind? Leider ist die wissenschaftliche Forschung nicht im Besitze eines entsprechenden derartigen Materials". — (S. 34) „Man kann mit Recht annehmen, daß sie [Roritzer, Rivius usw.] schon seit Jahrhunderten angewendete, aber früher nicht veröffentlichte Arbeitsmethoden bekanntgeben. Zweifellos läßt sich aus ihnen auch die bedeutende Rolle der geometrischen Konstruktionsverfahren in der Baukunst herauslesen".

Paul Booz 1956 (S. 47f.): „Wenn in Lachers Unterweisung, in ‚des Chores Maß' und im Wiener Musterbuch „das Schema der Grundrißgestaltung im Prinzip immer das gleiche ist, so beweist doch ... die auf diese Weise ausgeteilte Grundform, daß es sich lediglich um ein in gewissen Grenzen variables Hilfsmittel handelt ... Man wird daher auch nicht einen einzigen Bau finden, der einem zweiten genau genug gleicht, um das Bestehen eines solchen Konstruktionsschlüssels auch nur in den Bereich der Wahrscheinlichkeit zu rücken. Selbst die Quellen geben keine andere Auskunft. Wenn zum Beispiel Villard de Honnecourt in seinem Musterbuche einen Chor oder eine Kirche im Grundriß zeigt, so setzt er nicht etwa hinzu, dieser Chor sei nach dem oder jenem Schlüssel entworfen, sondern er sagt: ‚Istud bresbiterium invenerunt Ulardus de Hunecort et Petrus de Corbeia inter se disputando'. Durch gegenseitigen Meinungsaustausch, durch Diskutieren, nicht etwa durch ein starres System erhielt der Chor seine Gestalt. Als weiteres Beispiel sei ... auf die ... Gutachtersitzung zu Gerona verwiesen, welche 1417 zusammengerufen wurde, um die Frage zu klären, ob der bereits erbaute Chor der Kathedrale ein ein- oder dreischiffiges Langhaus erhalten solle ... Nirgends findet sich aber auch nur eine einzige Andeutung, daß man sich etwa an ein bereits angelegtes, im Chor verankertes Schlüsselsystem halten müsse, oder daß ein solches überhaupt bestehe. Die Aussagen der Quellen bieten also ebenso wenig Veranlassung, die Existenz irgendwelcher Konstruktionsschlüssel anzunehmen, wie der Befund der Bauwerke selbst". — (S. 54) „Nach der Frage hinsichtlich der Verläßlichkeit Cesarianos und ihrer Beantwortung in positivem Sinne, erhebt sich ein weiteres Problem. Man könnte nämlich vermuten, die Art und Weise, wie durch sinnreiche Aneinanderreihung von geometrischen Elementarfiguren der Grundriß des Mailänder Domes entwickelt wurde, stelle vielleicht doch den vielgesuchten Planschlüssel dar. Die Antwort fällt wie bereits früher negativ aus ..." — (S. 58) „Wir wissen aus ... Bauakten von S. Petronio, daß dort als Querschnittsnorm für das Mittelschiff die Höhe des gleichseitigen Dreiecks verlangt wurde ... Wir haben damit eine weitere Norm und Regel der Querschnittsbestimmung vor uns". — (S. 65) Abschließend zu den italienischen Quellen: „Es ist angesichts derartiger Tatsachen, die sich teils decken, teils aber auch direkt wiedersprechen, unmöglich, eine klare Entscheidung zu treffen, zumal auch das einzige Beispiel, das sowohl vom Grundriß, wie vom Querschnitt her durch Texte und Abbildungen in seinen Einzelabschnitten geklärt ist, nämlich der Mailänder Dom, selbst viele Unklarheiten birgt".

Edgar Wedepohl 1967 (S. 294): „Von mittelalterlichen Belegen ist wohl das aufschlußreichste Beispiel das Skizzenbuch des Villard d'Honnecourt".

Aus dem Echo, daß die Quellen in der Literatur gefunden haben, wird man eine überzeugende und allerseits anerkannte Begründung der These nicht heraushören wollen. Die italienischen Quellen — sie sind ergiebiger als die Musterbücher — werden gegensätzlich interpretiert oder, sobald sich die in ihnen enthaltenen Widersprüche nicht auflösen lassen, mit einem non liquet beiseite geschoben. Über die Musterbücher ist in der Regel zu hören, sie seien durch Unvermögen ihrer Verfasser oder Dank der Geheimniskrämerei des Mittelalters dürftig und nahezu ohne Substanz.

Wäre dies die Quellenlage, so ergäbe sich zwischen den Quellen und der These ein seltsames Verhältnis: Die Quellen wären nicht Fundament und Prüfstein der These, vielmehr müßte die These den Quellen mit der Begründung vorausgehen, erst die — wodurch? — als zutreffend erkannte These biete die Möglichkeit, die Quellen richtig zu interpretieren.

Man gebe doch zu, was offenkundig ist: Da und dort läßt sich ein Wort, ein Satz, eine Figur der Quellen im Sinne der These verstehen, aber die objektive und vollständige Aussage der primären Quellen — in die sekundären Quellen hat sich im 16. Jahrhundert das entscheidende Mißverständnis eingeschlichen — ist mit der These nicht vereinbar. So wird von den Quellen noch einmal zu sprechen sein.

C. Die Nebengründe

Die historischen Quellen bieten der These keine verläßliche Stütze. So war unvermeidlich, die Beweislast den Nebengründen aufzubürden.

1. Natur und gotische Baukunst

In den ersten Jahrzehnten der Proportionsforschung wurde ein Argument, dessen sich auch die jüngeren Autoren gerne bedienen, mit Vorliebe ausgebreitet: Von den Gedankengängen der spekulativen Naturphilosophie geleitet, glaubte man geometrische Gesetzmäßigkeiten, die in der belebten und in der unbelebten Natur festgestellt waren, in den Werken der Baukunst wiederzufinden.

Christian Ludwig Stieglitz 1820 (S. 6): „Durch tiefes Eindringen in die Gesetze der Natur wurde bereits in den ältesten Zeiten die Geometrie gegründet. Ihre Lehren wurden auf den Häuserbau angewendet. Und wo gab es sichrere und festere Gesetze für die Errichtung eines Bauwerks als in der Natur?“ — (S. 122) „Rein geometrische Elemente, Gesetze der Natur und das Verhältnis der Kraft, die in ihr ist, waren der Grund aller Bildung. Nach körperlichen und kubischen, wie nach stetigen Verhältnissen, nach mittleren Proportional-Größen, wurden alle Formen, alle Größen auf das richtigste bestimmt. Hieraus entstand ein übereinstimmendes Ganzes, übereinstimmend mit sich selbst, mit der Natur und dem Gefühl, aus dem es hervorgegangen. Eines entfaltet sich aus dem anderen. Vom einfachen Ursprung verbreitet es sich in das Unendliche und aus der Einheit gehen, in allmählich durch Quadrat und Würfel fortschreitenden und zunehmenden Größen, nach heiligen Zahlen, die mannigfaltigsten Verhältnisse, die angenehmsten Formen hervor“.

Sulpiz Boisserée 1823 (I S. 33): „Geistreiche Männer wie Georg Forster und andere, haben das Innere hoher spitzbogiger Kirchen treffend mit dem schattenreichen Wipfelgewölbe uralter Wälder verglichen, und so ließe sich das Äußere [des Kölner Domes] mit einem vielzackigen waldbewachsenen Felsen vergleichen. Friedrich Schlegel dachte bei dem Äußern des Doms zu Köln an eine ungeheure Kristallisation und Goethe, begeistert von dem Anblick des Münsterturmes zu Straßburg, vergleicht denselben mit einem hoch erhabenen, weit verbreiteten Baume Gottes, der mit tausend Ästen, Zweigen und Blättern ringsum der Gegend verkündet die Herrlichkeit des Herrn seines Meisters". — (I S. 40) „Und so erkennen wir dann in dem ebenso genialen als folgerecht durchgeführten Verfahren des Baumeisters das nämliche Gesetz einer aus dem Einfachen zum Mannigfaltigen fortschreitenden Entwicklung weniger Grundformen, welches Hauy in der Steinnatur als Gesetz der Kristallisation und Goethe in der Pflanzennatur als Gesetz der Metamorphose nachgewiesen hat".

Johann Metzger 1835 (S. VI): „Es wird daher immer wahrscheinlicher, daß die Alten, bei dem Studium der Natur, Gesetze kennen lernten, denen die Pflanzen- und Mineralbildungen unterworfen sind, welche sie mit hoher Begeisterung aufgefaßt und als Grundgesetz für den gotischen Baustil angenommen zu haben scheinen".

Christian Ludwig Stieglitz 1837 (S. 11): „Das erste Streben des denkenden Menschen war das Ergründen, woher alles Große und Herrliche entsprungen, das um ihn sich zeigte, die Forschung, wie Alles entstanden. Sein reines ... freies Auffassungsvermögen führte ihn in die innerste Werkstätte der Natur, zur Erkenntnis ihrer Gesetze ... Und wie auf solche Weise die Naturwahrheiten zur Religion führten, so wurden sie auch der Grund zur Kunst. Den Weg dazu zeigte das Bestreben, das erkannte Geistige den Sinnen deutlich vorzustellen und dasselbe in Bildern zur Anschauung zu bringen, Bilder von der höchsten Einfachheit. Noch war überdies die Sprache zu einfach, nicht mächtig, Beobachtungen und Erfahrungen deutlich auszudrücken; Schrift gab es vielleicht noch gar nicht, und so blieben bildliche Vorstellungen das Einzige, den Gedanken zu fassen. Diese Bilder waren es, welche die Quelle der Geometrie wurden." — (S. 21) „Erscheint im rechtwinkligen, ungleichseitigen Dreieck in der Einheit die Wurzel, der Alles entkeimt, die Weisheit, die Alles schuf; in der Diagonale des Quadrates, die von innen heraus wirkt, das, was Kraft und Stärke gewährt; in der Diagonale des Cubus, zugleich der Durchmesser der Kugel, wie heraus der Körper sich bildet, in dem Schönheit liegt, alles gestützt auf Naturwahrheiten, so sehen wir, wie die Natur selbst zu den drei Grundeigenschaften führt, ohne welche kein Bauwerk als vollkommen kann betrachtet werden ... Und so wurden auch jene geometrischen Elemente als Symbole verehrt und aufgestellt, in ihnen die Grundsätze darzulegen und sie den folgenden Geschlechtern zu entwickeln ... Hier finden wir also die wahre Aesthetik der Kunst, die erste und richtigste Anleitung zu schönen Formen und Gestalten der Bauwerke, das Gesetz, dem die Künstler nachgingen bei der Form des Ganzen wie der einzelnen Teile, bei der Konstruktion wie bei dem Streben nach dem Schönen".

Bernhard Grueber 1839—41 (II S. 8): „Die Motive für jede Kunst finden sich in der umgebenden Natur. Die Sonne, das Meer, jedes Wachstum wie die menschliche Figur veranschaulichen geometrische Gesetze, die einem jugendlichen Menschengeschlechte ungleich verständlicher waren als sie es dem kultivierten Menschen sind. Je nach dem nun dieses oder jenes Gebilde dem Volke nahe stand, so begann auch die Baukunst diese zu Vorbildern ihrer Schöpfungen zu nehmen. In der christlichen Architektur waren es vorzugsweise die Polygone, welche die höchste Bedeutung erhielten".

Friedrich Hoffstadt 1840 (S. IXf.): „Die Symmetrie, welche in allen Bildungen der Natur herrscht, weist auf gewisse ursprüngliche Bildungsgesetze hin, welche mit den Gesetzen der Geometrie, nämlich mit den geometrischen Grundfiguren der Vielecke oder mit der Kreisteilung völlig zusammentreffen ... Da nun den Naturbildungen geometrische Bildungsgesetze zugrunde liegen und dieselben geometrischen Gesetze auch bei den Schöpfungen des gotischen Stiles untergelegt sind, so ist die Verwandtschaft in den Resultaten beider erklärlich ... Und gerade diese Beziehungen auf die Natur sind es, welche, wie sich z. B. in den Vergleichungen des Inneren unserer Dome mit den deutschen Wäldern ausspricht, dem vaterländischen Stile eine so eigentümliche Poesie verleihen und in Verbindung stehen mit dem angestammten Natursinn der deutschen Völker, mit ihrem ursprünglichen Waldesleben und der uralten deutschen Frühlingslust, die noch lebt in den

Maifesten und Maibäumen und sich von jeher in den Handwerksgebräuchen der Maurer und Zimmerleute kund gegeben hat, welche die Vollendung ihrer Werke mit jungen Bäumen oder frisch grünenden Zweigen zu krönen pflegen".

M. Viollet-le-Duc 1869 (VII S. 534): «... les proportions sont filles de la géométrie aussi bien en architecture que dans l'ordre de la nature inorganique et organique ...».

Hendrik Petrus Berlage 1908 (S. 6f.): „Und indem nun diese Gestaltungsgesetze im ganzen Universum mathematischer Natur sind, soll auch ein Kunstwerk in Übereinstimmung damit nach mathematischen Gesetzen gestaltet sein ... Ja, man kann sogar noch weiter gehen und behaupten, daß die Symmetrie, welche in allen Bildungen der Natur herrscht, auf gewisse ursprüngliche Bildungsgesetze hinweist, welche mit den Gesetzen der Geometrie, mit den geometrischen Grundformen der Vielecke, oder mit der Kreisteilung, völlig zusammentreffen".

Karl Witzel 1914 (S. 4): „Als der Mensch anfing, sich künstlerisch zu betätigen, hatte er nichts als die Natur zum Vorbilde ..." — (S. 5) „In den Kristallisationsformen der Mineralien treten die für die Baukunst wichtigen Gesetze am offensichtlichsten zu Tage. Hier finden wir all die Grundformen wieder, die beispielsweise der mittelalterlichen Baukunst zugrunde gelegen haben. Der Würfel, der Tetraeder und andere Vielecke, die als Kernformen von Kristallen vorkommen, haben alle das Drei-, Vier- und Fünfeck als Grundform und führen so zu einem unwillkürlichen Vergleich mit den Grundfiguren der Quadratur und Triangulatur; es ergibt sich daraus ein direkter Zusammenhang zwischen den Proportionsmethoden der Alten und den geometrischen Gestaltungsgesetzen der Natur".

Otto Boehn 1929 (S. 68): „Die Natur befolgt das Gesetz der Zahl in allem Schaffen. Man denke an die Kristalle, an den Schnee, an die Bienenwaben, an die Gestaltung von Blüten und Blättern. Eingehende Untersuchungen gelangen immer wieder zu dem überraschenden Resultate, daß all diese Formgebungen der Natur dem Gesetz der Triangulatur oder der Quadratur, auch dem des Pentagramms gehorchen".

Bartholomäus Hanftmann 1930 (S. 235): „Auch ohne den Erfindungstrieb wies den Menschen die Natur mit ihren Gebilden auf den Weg der Beobachtung und Überlegung aus ihr. Blüten mit fünf, sechs und sonstigen Bestandszahlen, der Einblick in quer abgeschnittene Stengel und zahllose sonstige Schöpfungen zwangen zur Erkenntnis von Gesetzmäßigkeiten ..."

Wilhelm Funk 1938 (S. 104): „Die uralten Sinnbilder enthalten alle irgendwie einen Hinweis auf die Natur oder das Naturgeschehen, das sie symbolisch ausdrücken sollen ... Die Schlüssel müssen daher aus der Natur selbst abzuleiten sein. Diesen Zusammenhang mit der Natur müssen wir nun suchen, wenn wir ihre Herkunft wissen wollen. Das aber ist kein großes Rätsel. Wir lösen damit gleichzeitig die Frage, warum die Schlüssel überhaupt angewandt wurden". — (S. 106) „Wenn die alten Baumeister ihre Bauwerke ‚aus dem Grund' dieser Schlüsselsterne nahmen, so handelten sie nach dem Vorbild Gottes. Ihre Werke bilden ebenso einen ‚Auszug' daraus wie die Blumen ... ‚Und die Blumen haben die Dome geschaffen ...' schreibt Rodin. Die Maßgrundlagen der Bauschlüssel sind ‚naturgemäß', sie enthalten das Maß der Natur. Man kann sich keine besseren Grundlagen für Maßgesetze der Baukunst denken, als sie die Natur bietet".

Ernst Mössel 1938 (S. 83): Zu Sternnebel, Schneekristall, Kieselalge, Strahlentierchen, Atommodell, Alge und Seestern: „Es liegt der schöne Gedanke zugrunde: Das Verhalten und Gestalten des Menschen müsse eingefügt sein der Ordnung des Ganzen".

Otto Schubert 1954 (S. 38): „Der germanische Norden hatte in der $\pi/4$-Triangulation sich selber wiedergefunden ... Denn in Proportion und Triangulatur offenbarte sich ihm das geheimnisvoll wirkende Walten der Gottheit, deren Kraft die ganze Natur durchseelt und im Gleichgewicht erhält. Demgemäß umschließt diese Proportionalität, d. h. die $\pi/4$-Triangulation, das ganze Geheimnis der mittelalterlichen Bauhütten ...“

Wilhelm Funk 1955 (S. 44): „Hinter der Kunst des Maßes verbirgt sich ... ein tiefer philosophischer, ja ein religiöser Gedanke. Leuchten uns doch die gerechten Gründe der alten Meister überall aus der Natur als die gerechten Gründe des Weltbaumeisters und Schöpfers aller Dinge entgegen, am reinsten aus den Kristallen, am feinsten aus den Blumen“.

Daß da und dort in der Natur Gebilde zu finden seien, die einer geometrischen Figur entsprechen oder wenigstens nahekommen, ist gewiß richtig. Werden solche Figuren zum Baugesetz der Natur schlechthin erhoben — sind sie es wirklich? — und wird die Baukunst einer philosophischen Ordnung der Begriffe folgend als ein Stück Natur verstanden, so ist das strukturschaffende geometrische Gesetz der Natur zwangsläufig auch in der Baukunst wirksam. Ist aber die geometrische Proportionierung auf diese Weise zum Prinzip der Baukunst erhoben, so bleibt nur noch übrig, die Figuren aufzufinden, mit denen sich das Prinzip an diesem oder jenem Bauwerk verwirklicht hat.

Diese Argumentation, die nicht aus baulichen oder historischen Sachverhalten, sondern aus dem Gedankengebäude der spekulativen Naturphilosophie abgeleitet ist, wird gegenwärtig noch vorgebracht, obwohl sich die baugeschichtliche Forschung von den Theoremen des frühen 19. Jahrhunderts aus guten Gründen längst abgewendet hat.

2. Symbolik und gotische Baukunst

Der zweite Nebengrund der frühen Autoren — auch er wird noch heute gerne herangezogen — beruft sich auf die Symbolkraft gewisser Figuren und auf die Macht der „heiligen“ Zahlen.

Sulpiz Boisserée 1823 (II S. 4f.): „Überhaupt wird aus dieser näheren Untersuchung des Grundrisses einem Jeden aufs neue klar werden, daß das gleichseitige Dreieck, welches die Pythagoräer als Sinnbild der Minerva, der Weisheit, und unsere Vorfahren als Sinnbild der Dreieinigkeit verehrten, und das aus der Anwendung des gleichseitigen Dreiecks auf den Kreis entstehende Zwölfeck, in welchem die Alten und mit ihnen unsere Vorfahren den Inbegriff aller musikalischen und astronomischen Verhältnisse zu besitzen glaubten, die wesentlichsten Grundlagen der alten Kirchenbaukunst ausmachen“.

Christian Ludwig Stieglitz 1837 (S. 11): „... wie auf solche Weise die Naturwahrheiten zur Religion führten, so wurden sie auch der Grund zur Kunst. Den Weg dazu zeigte das Bestreben, das erkannte Geistige den Sinnen deutlich vorzustellen und dasselbe in Bildern zur Anschauung zu bringen, Bilder von der höchsten Einfachheit. Noch war überdies die Sprache zu einfach, nicht mächtig, Beobachtungen und Erfahrungen deutlich auszudrücken; Schrift gab es vielleicht noch gar nicht und so blieben bildliche Vorstellungen das einzige, den Gedanken zu fassen. Diese Bilder waren es, welche die Quelle der Geometrie wurden ... Eine Kunst zum Ausdruck unsichtbarer Weltkräfte, wie Herder sie nennt ... Die Geometrie zeigt sich als Mittel, Naturwahrheiten zu versinnlichen. Geometrische Bilder bringen das Geistige, und wie es aufgefaßt, zur Anschauung. Sie geben durch Begrenzung des Raums Formen und lassen erkennen ... wie auch die Formen der Bauwerke ihr Dasein erhielten“. — (S. 14) Im pythagoräischen Dreieck ist die kleinere Kathete „die Einheit“, die größere „das durch die Urkraft Erzeugte, der Logos“ und die Hypothenuse „das, was dem Ganzen Harmonie gibt, der Geist, der das Leben erzeugt und der, im Hervortreten, Körper entstehen läßt“.

Friedrich Hoffstadt 1840 (S. V): „Bei Entwerfung eines Werkes werden ... aus den geometrischen Grundfiguren diejenigen Vielecke ausgewählt, welche in ihrer ... symbolischen Bedeutsamkeit für die durch das Ganze darzustellende höhere Idee als die passendsten erscheinen. Die so gewählten Vielecke werden nun auf eine eigentümliche ... Art teils über, teils ineinander über Eck gestellt, wodurch gewisse Durchkreuzungspunkte entstehen, aus denen sich die Konstruktion der Grundformen ergibt, welche zunächst den eigentlichen Grundriß bilden ... sodann aber auch alle Haupt- und Nebenverhältnisse des Aufrisses bedingen". — (S. X) „Dieser Zusammenhang der Natur und Kunst durch die Geometrie schwebte den alten Meistern, welche Gott als den großen Baumeister des Weltalls verehrten, gewiß klar vor ... Bei dieser Erkenntnis der alten Meister mußte ihnen die Symbolisierung höherer Ideen durch ihre Kunstwerke um so näher liegen. Sie suchten in den geometrischen Grundfiguren, welche sie zu den Grundformen ihrer Werke gebrauchten, ihre tiefere symbolische Beziehung auf und wählten nach letzterer diese oder jene Grundformen für die Konstruktion dieses oder jenes Werkes". — (XI) „Der rechte Winkel galt als Symbol der Wechselwirkung, deren Produkt sich im rechtwinkligen gleichschenkligen Dreieck ergab. Die Urgestalt des Kreises wurde als Symbol des Weltalls und der göttlichen Macht über dasselbe betrachtet. Das gleichseitige Dreieck ... war schon den alten Pythagoräern als Sinnbild der Minerva, Symbol der Weisheit, und seit Einführung des Christentums das höchste Symbol jenes der heiligen Dreieinigkeit. Das Viereck ist Symbol der Welt und Natur in ihren vierfachen Beziehungen, den vier Elementen, den vier Weltgegenden, den vier Jahreszeiten, den vier Tageszeiten. Das aus dem Fünfeck gebildete Pentalpha galt schon in den Zeiten des heidnischen Altertums als Symbol der Gesundheit und seit Einführung des Christentums als Symbol des Heils und Glücks. Das Siebeneck ist bedeutend, weil die Zahl 7 wegen ihrer tiefen Beziehungen (die sieben Planeten, die sieben Geister Gottes, die sieben Schöpfungstage, die sieben Arme des Leuchters im Bundeszelte, die sieben Gaben des heiligen Geistes, die sieben Sakramente usw.) schon in den Zeiten des Altertums als die Heiligste der Zahlen angenommen war".

Carl Alexander Heideloff 1844 (S. 14f.): Für Albertus Argentinus, den „Erfinder dieses neuen Baustiles", war der Achtort „der Mysterien-Schlüssel seiner neu erfundenen Baukunst".

Carl Alexander Heideloff 1849—51 (I S. 26f.): „In diesem Achtort sind folgende 8 heilige Zahlen: 1, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 12 zu Grunde gelegt ... Es war des Maurers rechts Studium ..., einzudringen in die Mysterien der Darstellung des Achtorts als Urmaß, worauf aller Teile Verhältnisse sich reduzieren lassen mußten, wie es die 8 heiligen Grundzahlen angeben, die allen numerischen Verhältnissen der Schöpfung zugrunde liegen".

Carl Schnaase 1850 (S. 317): „Man kann aber unmöglich annehmen, daß dieses Zahlenspiel den Architekten beschäftigte und daß er sich dadurch bei Anlage und Ausführung des Ganzen beschränken lassen".

Julius Haase 1911—19 (VII S. 140): „... es würde den großen mittelalterlichen Meistern ein Unrecht geschehen, wollte man ihre Schöpfungen nur einseitig nach ästhetischen Anschauungen und noch dazu nach unseren jetzigen würdigen, für jene Männer bedeutete der metaphysische und symbolische Gehalt ihrer Kathedralen vielleicht mehr als für uns der ästhetische der neueren Kunstschöpfungen, und darin liegt auch die Rechtfertigung oder die Berechtigung für die Anwendung der eigenartigen, auf zahlenmäßiger und geometrischer Grundlage beruhenden Proportionsgesetze. Daher ergibt sich auch aus der Annahme, daß die Zahl ‚Sieben' dem Aufbau der gesamten Welt, dem Makrokosmos, zugrunde liegt, die auffällige Anwendung dieser Siebenzahl in den Hauptabmessungen des [Kölner] Domes ..." — (S. 141f.) Im Grundriß dieses Domes (Abb. 17) hat „das gleichseitige Dreieck ... seine Basisbegrenzung in den beiden Mittelschiff-Chorpfeilern, welche von den Bauhütten als die ehernen Säulen des salomonischen Tempels, Jachin und Boas, sowie als ein geheimes Hüttenwahrzeichen betrachtet wurden, aber in noch höherem Sinne als monumentale Eckpunkte des gleichseitigen Dreiecks für die Symbole der in der sinnlichen Welt zur Offenbarung gelangten Glieder der Dreieinigkeit zu halten sind, nämlich für den logos, das Wort, den Christus als den ‚Sohn', und andererseits für die hagia sophia, die heilige Weisheit, den ‚Heiligen Geist', während die östliche Spitze des Dreiecks, der ‚Vater' sich noch nicht in solcher Offenbarung kundgegeben und bisher nur aus den geistigen Welten heraus gewirkt hat, also auch in der christlichen Kirche, d. h. hier im Chorbau keinerlei architektonischen Ausdruck finden konnte. Bezeichnend aber ist es für das Vater-Prinzip, daß es, wie die Gesamt-Personifikation der dreieinigen Gottheit, nämlich der Dreiecks-Schwerpunkt, als Richtungs- und Angelpunkt aller Verhältnisse des Dombaues, unsichtbar in der Hauptachse seinen bedeutsamen Platz gefunden hat. Um so mehr ist dieses bedeutsam, als die Höhe des als Christus-Symbol wirkenden $\pi/4$-Dreiecks, d. h. die Entfernung des Schwerpunktes östlich von der Grundlinie bzw. der Chorbasis, drei mal in der Höhe des gleichseitigen Dreiecks enthalten ist ... Wie bereits erwähnt, hat das Langhaus zwischen den Außenkanten seiner Strebepfeiler eine Breite von rd. 182' = 2 · 7 · 13', das Querhaus eine Länge von 273' = 3 · 7 · 13' und eine Breite von 104' = (7 + 1) · 13'. In diesen Maßverhältnissen ist neben der Zahl ‚7' besonders die Zahl ‚13' von symbolischem Wert, ist doch das Lang- und Querhaus des Domes der Raum und auch der symbolische Ausdruck für 2 · 7 und 3 · 7, d. h. für ‚alle Völker der Welt', für alle, die aus irgend einem Anlaß zu Christus, bzw. zur Gottheit = ‚1' kommen, der dort mit seiner Jüngerzahl ‚12' in: 1 + 12 = ‚13', als Repräsentant der Gottheit und gesamten Menschheit neben den 11 getreuen Jüngern auch den abtrünnigen Judas-Ischarioth um sich sieht. Das Kirchenschiff ist daher der Ausdruck für die ‚Völker der Welt' = 2 · 7 und 3 · 7 für Gerechte = ‚11' und Ungerechte ‚12', während der Chor in seiner Basislänge 154' = 2 · 7 · 11' die Zahl ‚11' als Symbol der aus der Welt = 2 · 7 Auserwählten in sich trägt, welche gewissermaßen durch die hier tätige Priesterschaft repräsentiert zu denken ist".

Karl Witzel 1914 (S. 10f.): „Für die gotischen Baumeister war eine gewisse Kenntnis der Geometrie von unbedingter Notwendigkeit und Voraussetzung, denn ohne dieselbe war er nicht imstande, sich auch nur die einfachste Form seiner Architektur zu konstruieren. So waren die Konstruktionen von geometrischen Figuren, wie das Dreieck, das Quadrat, die Vielecke usw. für ihn Grundelemente, die ihm durch ihre Unentbehrlichkeit, man möchte fast sagen heilig waren und denen er deshalb allerhand symbolische Bedeutungen beilegte. Der Kreis war ihm das Symbol des Weltalls und der göttlichen Macht, im gleichseitigen Dreieck ... sah er das höchste Symbol des Christentums, jenes der heiligen Dreieinigkeit. Das Quadrat bedeutete in seiner Beziehung auf die vier Elemente, vier Weltgegenden, vier Jahreszeiten und vier Tageszeiten das Symbol der Welt und Natur. Das Fünfeck galt schon in den Zeiten des heidnischen Altertums als Symbol der Gesundheit und blieb so im Christentum das Symbol des Heils und Glücks. Ebenso hatte das Siebeneck ... für ihn tiefere Bedeutung inbezug auf die sieben Planeten, die sieben Geister Gottes, die sieben Schöpfungstage, die sieben Gaben des heiligen Geistes und die sieben Sakramente ..."

Julius Haase 1916 (S. 74): Einige Abmessungen der Münchner Salvatorkirche lassen sich in ein Fußmaß übersetzen, „wobei besonders auf die den ganzen Bau bestimmende, auffällige Wiederholung der heiligen Siebenzahl aufmerksam gemacht wird".

Julius Haase 1917 (München, S. 49): „Auch mit der eigentümlichen Art, den Hauptabmessungen durchweg die Zahl ‚5' als Faktor und Summand zugrunde zu legen, fügt sich die Frauenkirche völlig in die mittelalterliche Übung ein, die nur insofern wechselt, als für eine solche grundlegende Zahl auch die ‚3', ‚6' und ‚7' gewählt wird ... Die Zerlegung der für die räumliche Wirkung des Bauwerks wichtigen Abmessungen in Faktoren und Summanden, in eine Art von Klafter, hier bei der Salvatorkirche von der Länge 5 Fuß = 1,56 m, gibt den betreffenden Hauptmaßen und damit dem ganzen Bau eine klare, ruhige Gliederung und Gesamtwirkung, die dem Beschauer, wenn auch meistens nur gefühlsmäßig, zum Bewußtsein kommt".

Julius Haase 1919 (S. 40f.): „Das gleichschenklige, besonders aber das gleichseitige Dreieck und der Kreis war also den Baumeistern des Mittelalters das Symbol der Gottheit, des Unendlichen, Ewigen und Geistigen ... Aus dem gleichseitigen Dreieck entstand in folgerechter Entwicklung ... ein gleichschenkliges Dreieck, wie es Alhard von Drach als $\pi/4$-Dreieck abgeleitet hat, ... ein Dreieck, daß als Symbol des Jesus-Christus ... anzusehen ist ... Das umschriebene Quadrat ... ist ... entstanden aus dem gleichschenklig-rechtwinkligen Dreieck ... Dies alte rechtwinklige Dreieck war ... das Symbol der heiligen Dreieinigkeit ... sodaß demnach das Quadrat als das Symbol der geschaffenen Welt anzusehen ist ... mit der darin weiter wirkenden dreieinigen Gottheit, und wie die Dreizahl das arithmetische Symbol dieser Gottheit, so ist die Vierzahl das Zahlensymbol der erschaffenen Welt ... Daher legten die mittelalterlichen Bauhütten ihren Kirchen und Kathedralen ... diese Symbole des Göttlichen bei einer Maßbestimmung zu Grunde ..."

Bernhard Koßmann 1925 (S. 33): „Die Zahl ‚9' ist ebenfalls eine ‚heilige Zahl', aber sie hat nicht wie die heilige Zahl ‚7' im Mittelalter ... durch neue Beziehungen und neue Bedeutungen zugenommen. Noch eine andere symbolisch bedeutungsvolle Zahl ist in dem Entwurf [des St. Galler Klosterplans] berücksichtigt: Die Zahl ‚4'. Ihr mystischer Wert liegt in der Übereinstimmung mit der Anzahl der vier Elemente: ... sie ist das Symbol der irdischen Welt und steht im Gegensatz zur heiligen ‚7', die ... auch die himmlische oder heilige Welt vertritt. Die Zahlen ‚7' und ‚4' werden in symbolischer Beziehung auch so verwendet, daß da, wo es sich um Geistlichkeit handelt, die Zahl ‚7', und da, wo es sich um Laien handelt, die Zahl ‚4' eine Rolle spielt. So sehen wir vielfach an den Orten, an denen Geistliche und Laien vereinigt sind, die Zahl ‚11' (d. i. 7 + 4) angewendet".

Bartholomäus Hanftmann 1930 (S. 231): „Und also mußte, was Gott zu dienen hatte ..., nach den ewigen Gesetzen hergestellt werden, die der Gottheit waren ... Sie waren Geist und Tat von den ihrigen, und sie selbst war die Eurhythmie. Kritisch genommen, ist das heut noch der Bann der Menschheit, den kein Rationalismus lösen wird. Von der Menschheit Anfängen her hat er sich in überirdisch ausgedeuteten Symbolen figuriert ... Hier denke man zunächst an den Sechsstern als Bild der Sonne, Sinnbild der Sonnengottheit und Christi (für Apollon), an das Fünfeck als das Urbild der Erkenntnis: beide Vielecke als Zeicheninbegriffe des Guten und Göttlichen, deshalb auch als Schutzmittel gegen deren Widersächliches (Hexen, Hagel usw.). Das Viereck und das Dreieck, Zwölfeck, Zehneck usw. sind jenen beiden invertiert. Es versteht sich von selbst, daß die ordnungsgemäße Handhabung solcher Zahlengeometrie nur durch Gebildete stattfinden konnte. Gebildet sein hieß Philosoph sein, der Philosophie Grundlage war die Mathematik". — (S. 242) „Nahezu Regel ist, daß chordienstliche Räume mit Sechseckelementen eingewinkelt werden, Schatzkammern, sonstige als fest vermeinte Räume und Türen mit den Mitteln des Goldenen Rechtecks ... Der Figurierungsmethode ist vom Standpunkt damaliger Symbolgläubigkeit aus der Sinn nicht abzusprechen. Chor und Altarhaus stellen sich unter das Zeichen für Christus ... und Schatzkammern und Türen gegen unbefugten Zutritt, Diebstahl, böse Geister und sonstiges Unheil unter das Pentagramm, den Drudenstern. In beiden Fällen hält man oft, ja meist die Handhabung des einschlägigen Dreiecks für ausreichend, ohne daß die Vollfigur heraus zu kommen braucht ..."

Ernst Mössel 1931 (S. 159): „... die Zahlen und Figurationen der regelmäßigen Kreisteilungen [sind] alle zugleich auch bedeutsame Zahlen und Formen der Kultsysteme. Heilige oder symbolische Zahlen sind:

2	4	8	16
3	6	12	24
5	10	20	40
7	14	28	56"

(S. 161) „Die Figuren aller Kreisteilungen haben den Wert segenspendender, gefahrabwendender oder symbolischer Zeichen".

Wilhelm Funk 1938 (S. 104): „Zweifellos lag den Schlüsselverfahren ursprünglich ein religiöser Sinn zugrunde ... Das sagen uns auch schon die als uralte Sinnbilder verwendeten Schlüsselsterne. Den Fünfstern als Abwehrzeichen gegen das Böse treffen wir oft an gotischen Kirchenportalen. Einen ähnlichen Sinn muß auch der aus der Hagalrune ableitbare Sechsstern besessen haben ... Die Hagalrune bedeutet wörtlich ‚Ich vernichte' ... Walter Ryff bezeichnet diesen Schlüssel (nach Caesariano) in seinem Vitruvius Teutsch 1548 geradezu als den ‚fürnehmbsten deutschen Steinmetzengrund'".

Castle 1941 (Weßling 1941, S. 70): „Die Zahlenverhältnisse, die die mittelalterlichen Dombaumeister ihren Schöpfungen zugrunde legten, sind in den meisten Fällen von einem dichten Geheimnis umgeben. Nun ist es bei dem Wiener Stefansdom gelungen, dieses Zahlengeheimnis zu lüften; denn Professor Dr. Castle kann im ‚Neuen Wiener Tageblatt' berichten, daß die Zahl 37 dem Bauplan des genannten Domes zugrunde gelegen ist. Die Breite des Schiffes ist 3 mal 37 = 111 Fuß, mit den beiden Querschiffen ist sie 2 mal 3 mal 37 = 222 Fuß, die Länge der Kirche ist 3 mal 3 mal 37 = 333 Fuß, die Höhe des Turmes ist 4 mal 3 mal 37 = 444 Fuß. Die Erklärung der Zahl 37 ist folgende: ‚Drei' erinnert an die heilige Dreifaltigkeit, ‚Sieben' ist die Zahl der Schöpfungstage, der Gaben des heiligen Geistes, der Sakramente, 3 und 7 = 10, die Zahl der Gebote. Die Zusammenstellung 37 erschien deshalb dem Erbauer als heilige Zahl".

Franz Geiger 1952 (S. 17): „Das Mittelalter hat von der Antike die Kreisgeometrie euklidischer Art übernommen mit den Grundfiguren der in den Kreis eingeschriebenen regelmäßigen Vielecke. Diese Kenntnisse wurden lange Zeit als Grundphänomene und Offenbarung der Gottheit mit Ehrfurcht bewahrt und weitergegeben und bildeten einen Teil der Bauhüttengeheimnisse. In diesen geometrischen Maßverhältnissen sich zu bewegen, sie zur Grundlage räumlicher Planung im Sakralbau zu machen, lag der religiösen und mystischen Geisteshaltung des Mittelalters nahe. Hinzu kam ... die Wertschätzung des symbolischen Gehaltes, der manchen geometrischen Figuren beigelegt wurde, z. B. das gleichseitige Dreieck als Symbol der göttlichen Dreieinigkeit ..."

Otto Schubert 1954 (S. 360f.): „Wenn z. B. der Chorabschluß des gotischen Domes aus 3, aus 5 oder aus 7 Seiten und gelegentlich aus 3 · 3 = 9 Seiten besteht, so deshalb, weil sich in diesen Zahlen altgermanische und altbabylonische Traditionen entsprechen ... Auf dieser mystisch symbolischen Zahlenwertung des Mittelalters ruhen die Schlüsselzahlen gotischer Dome, d. h. der Grundmaße des Baues, die in vielfacher Wiederholung und Verknotung den Bau in allen Richtungen durchdringen und sowohl seine Hauptabmessungen wie bei folgerichtig durchgeführter Maßbestimmung auch die Unterteilungen beherrschen ..."

Armin v. Gerkan 1957 (S. 362): „Wie mehrfach betont wird, sollen diese Figuren keine ästhetischen Werte schaffen, was ja richtig ist, sondern die Unterstellung des Bauvorhabens unter göttlichen Schutz bewirken. Doch nicht einmal ihr Symbolwert ist nachgewiesen, ... Noch fragwürdiger ist die geforderte Dauergeltung immer derselben Figuren in allen bekannten und unbekannten Religionen, beginnend mit den vorgeschichtlichen Menhirs, dann in den minoischen, ägyptischen und vorderasiatischen Kulturen und bis in die klassische Antike von Hellas und Rom. Eine unentbehrliche religionshistorische Bestätigung wird nicht gegeben ... Wiewohl die antike Literatur weder von der Methode noch von den zählebigen Symbolen auch nur eine Spur enthält, müßten wir ... an eine geheimnisvolle, durch keinen Wechsel der Zeit und der Bevölkerung unterbrochene Tradition glauben, die sogar nach dem Untergang der antiken Kultur im Wiedererstarken der religiösen Gedanken des Mittelalters zu neuem Leben erwacht ... So läuft der christliche Gottesbegriff darauf hinaus, daß der alte Olymp neu vermietet wird, und zwar gleich möbliert, mit den hergebrachten Symbolen".

Karl Freckmann 1965 (S. VIII): „Der Unterschied im Entwerfen und Bauen der Vergangenheit zu dem unserer Tage besteht wohl nur darin, daß in der Spätantike und im frühen Christentum ... beim Bau hauptsächlich des Gotteshauses geometrische Figuren als sakrale Symbole zugrunde gelegt wurden, also als Zeichen, mit denen man geistige Vorgänge bildlich darzustellen suchte ... Wie den Ägyptern und Griechen galten ihm [dem frühen Christentum] das gleichseitige Dreieck, das Quadrat, Sechseck und Zwölfeck als Symbole für die Gottheit und den gottgeweihten Bezirk. Bauwerke jener Zeit sind ohne diese geometrischen Grundlagen gar nicht denkbar. Denn den primitiven Schnurmessungen mußten Polygone zugrunde gelegt werden ... um zunächst einzelne Ecken, Entfernungen und sogar Mauerstärken des neu zu errichtenden Bauwerks zu bestimmen".

Albrecht Kottmann 1967 (S. 3): „Das Fünfeck findet sich nur in ganz besonderen Fällen; es galt als Sinnbild der bösen Geister ... Das Siebeneck und die Sieben stehen für die guten Geister ..."

Symbolische Figuren und heilige Zahlen hat es gegeben. Hier geht es aber nicht um die Existenz solcher Figuren und Zahlen, hier geht es um die Frage, ob solche Figuren oder Zahlen dem Entwurf eines Bauwerks als Verbindungsmittel der irdischen und der überirdischen Welt zugrunde gelegt wurden.

Ein *sichtbares* Zeichen, das für eine der Sinneswahrnehmung unzugängliche Idee steht, bezeichnet man als Symbol. Sind die gleichseitigen Dreiecke, die Pentagramme und die sonstigen in ein Bauwerk hineingeheimnisten Figuren — wer hat solche Figuren schon in einem Bauwerk gesehen? — oder sind die in einem Grundmaß enthaltenen heiligen Zahlen — wer hat schon ein Grundmaß gesehen? — etwa sichtbar? Also *unsichtbare* Zeichen einer Idee, will sagen, Symbole „höheren Grades" und durch Unsichtbarkeit um so wirkungsvoller? Mag sein — die Beweisführung müßte es zeigen. Zeigt sie es wirklich?

Wer in die Prämisse aufnimmt, was aus der Conclusio hervorgehen sollte und wer seinen Beweis mit Toleranzen ausreichender Größe führt, kann alles „beweisen", ohne zu bemerken, welchem Trugschluß er zum Opfer fiel.

3. Geometrie und Arithmetik

In der jüngeren Literatur werden neben den bereits genannten Nebengründen zwei weitere vorgebracht.

Im ersten dieser Nebengründe wird die hohe Bedeutung, die der Geometrie in der praktischen Arbeit des gotischen Architekten zukommt, gegen eine den mittelalterlichen Architekten angeblich kennzeichnende Unkenntnis der Grundrechnungsarten ausgespielt.

M. Viollet-le-Duc 1869 (VII S. 550): «La géométrie et ses applications ne sont point une science inutile pour les architectes, et il n'y a pas de tour de force à se servir d'une figure géometrique pour établir une figure harmonique en architecture. Nous dirons même qu'il est impossible à tout praticien de concevoir et de développer un système harmonique sans avoir recours aux figures géométriques ou à l'arithmétique ... il n'était pas possible d'élever de pareils monuments sans en posséder. Un système géométrique ou arithmétique propre à établir des lois de proportions, loin d'être une entrave, est au contraire un auxiliaire indispensable, car il nous faut bien nous servir de la règle, du compas et de l'équerre pour exprimer des idées».

W. Schultz 1891 (S. 14): „Die Architektur ist eine auf Zeichnung, und zwar in erster Linie auf geometrischer Darstellung beruhende Kunst. Schon dieser Umstand weist darauf hin, daß auch die Bildung und Ordnung der Proportionen in der Baukunst von vornherein auf geometrischem Wege erfolgt sein wird".

Fritz Hoeber 1906 (S. 6): Die Proportion „richtig verstanden ... läßt sich eigentlich gar nicht in Zahlen wiedergeben, und wenn wir solche doch benutzen, so muß man sich immer darüber klar sein, daß das nur ein ganz dürftiges Surrogat unseres Rationalismus ist".

Otto Kloeppel 1935 (S. 44): „... allem Zahlenwesen haftet nun einmal etwas Unsinnliches, Lebloses an, und wie gern geht nicht der Schüler von dieser Trockenheit der Arithmetik zur viel größeren Lebendigkeit der Geometrie über, wo die Fülle der Figurenwelt mit ihren unzähligen Kombinationen die Phantasie ganz anders erfaßt und zu einem nie enden wollenden Formenspiel anregt".

Heinrich Weßling 1941 (S. 22): „Nicht nach einem Zahlensystem, sondern nach rein geometrischen Verhältnissen wird das ganze Bauwerk aufgebaut und durchgebildet. Baukunst ist Geometrie!" — (S. 64) „Aber die alten Baumeister haben bestimmt nicht mit Zahlen gearbeitet, sondern nach dem Verhältnis haben sie die Maße genommen, das stimmte immer".

Pierre du Colombier 1953 (S. 69): «... toutes les méthodes fondées sur le calcul sont à rejeter parce que nous savons bien que les connaissances mathématiques, jusqu'à la fin du XIV^e^ siècle, étaient fort élémentaires. Pour ce qui est des méthodes fondées sur des constructions géométriques, il n'en va pas de même: assurément les architectes étaient curieux de tracés au compas, à la règle, à l'équerre».

Paul Booz 1956 (S. 9): „Noch um die Mitte des 15. Jahrhunderts wird für das Baccalaureat der Sorbonne Mathematik nicht verlangt. Die Prüfungsordnung von Oxford aus dem Jahre 1408 schreibt nur das Rechnen mit ganzen Zahlen vor" — (S. 64) „Alle Meister, die italienischen, die deutschen und die französischen, verwandten die Elementarfiguren der Geometrie sowie die daraus abgeleiteten Polygone in mannigfacher Anwendungsmöglichkeit. Nunmehr wird es auch verständlich, wieso die alten Baumeister Prädikate wie ‚grand géométrier', ‚maestro di geometria' und ähnliche Bezeichnungen erhielten".

François Cali 1963 (S. 192): „Einerseits wird behauptet, daß ‚alle auf Berechnung begründeten Methoden bis zum 14. Jahrhundert auszuschließen wären', andererseits aber erfährt man, daß die Zahl der Lehrbücher über die Grundbegriffe der Arithmetik seit dem Ende des 12. Jahrhunderts zunahm. Dies ist in den Handelsstädten, die den Zinsfuß und den Prozentsatz der Gewinne kannten, nichts Außergewöhnliches. Und gerade weil die Städte Handel treiben und gut und geschickt einen Herstellungspreis berechnen können, errichtet man hier die Kathedralen. Daß ein Kaufmann rechnen kann, leuchtet ein. Ein Baumeister jedoch, der für etwa zweihundert Fuhrleute, dreißig Schmiede und Zimmerleute, für vierhundert Maurer, Gipsbrenner, Zementierer, Mörtelmischer, zwanzig bis vierzig Steinmetzen und für Hunderte oder vielleicht Tausende von Holzhauern, Kiepenträgern, Kalkrührern und andere Tagelöhner die Verantwortung trägt, sollte dies nicht können? Sie alle müssen der Aufgabe entsprechend oder tageweise bezahlt werden, und das ist nicht einfach. Man wird dagegen einwenden, daß sich der Domdechant damit befaßt. Gerade der Bauhüttenmeister muß ziemlich genau den Rauminhalt entsprechend seinem Bedarf an Holz und Stein berechnen können, deren Transport entsetzlich teuer war. Die Bauhüttenmeister des 12. Jahrhunderts konnten ganz bestimmt hinsichtlich des Herstellungspreises rechnen. Warum hätten sie sonst das wirtschaftliche Verfahren der Kreuzrippe bis zu einem solchen Grad systematisiert? Es ist wahrscheinlich, daß sie auch hinsichtlich der Proportionen Rechnungen anstellen konnten. Arithmetik und Geometrie wurden zudem an der Schule von Laon und vor allem an der Schule von Chartres gelehrt ..."

Edgar Wedepohl 1967 (S. 110): „Geometrie der Maße ist die Mutter der Proportionen, Arithmetik der Zahlen nur ihre Muhme!" — (S. 252) „Der Vorrang der Geometrie in der abendländischen Mathematik der Antike und des frühen Mittelalters ergibt sich auch aus dem Umstand, daß schriftliches Rechnen sehr erschwert, ja fast unmöglich war ... Man rechnete im Kopf und benutzte als Hilfe das Rechenbrett ... Die Geometrie wurde erst entthront durch das Eindringen der indischen Zahlzeichen ... seit dem 12. Jahrhundert..."

Auch dieser Nebengrund hat seine schwache Seite.

Es gibt nur ein Hilfsmittel, einen architektonischen Gedanken zu fixieren und am Werkplatz verständlich zu machen: die Darstellende Geometrie. Daß der gotische Architekt dieses Hilfsmittel allen Erfordernissen entsprechend zu gebrauchen wußte, ist nicht zweifelhaft.

Nun wird die Darstellende Geometrie mit der Proportionsgeometrie identifiziert und in diesen Zusammenhang wird die Grafische Statik überdies hineingezogen:

M. Viollet-le-Duc 1869 (VII S. 534): «Des proportions en architecture s'établissent d'abord sur les lois de la stabilité, et les lois de la stabilité dérivent de la géometrie. Un triangle est une figure entièrement satisfaisante, parfaite, en ce qu'elle donne l'idée la plus exacte de la stabilité ... Il est évident que tout édifice inscrit dans l'un de ces trois triangles accusera tout d'abord une stabilité parfaite ...»

F. Carstanjen 1893 (S. 23): „Aus einem Gemisch von Quadern, Bruch- und Backsteinen bestehend zeugen die Ulmer [Münster-]Fundamente, besonders des Turmes, von einer großen Nachlässigkeit der Anlage. Zum Teil mag das an der mangelhaften Maßbestimmung nach geometrischem System liegen, das wohl für kleinere Bauten ausreichende, aber für größere nur zufällig einmal genügende Sicherheit bieten konnte".

Felix Durach 1928 (S. 40): „Nun gibt aber gerade das hier gemeinte geometrische Prinzip aus seiner Natur heraus die Statik. Denn der Sinn einer geometrischen Proportionierung von Steinmassen ist der, daß diese Massen tragfähig angeordnet werden. Also erklärt sich dadurch ... jene nachträgliche Übereinstimmung des ästhetischen und des statischen Eindruckes am fertigen Bau. Und wir haben den Beleg für die Annahme, daß die Statik aus demselben einheitlichen Prinzipe, das wir kennen, entwickelt worden ist".

Camillo Fritz Discher 1932 (S. 55): „In der Antike hatte man schon die ... Stärke der tragenden und stützenden Bauteile in eine bestimmte Norm gebracht. Der Halbmesser der Säule war die Einheit, war das ‚Maß', das Modul. Im Mittelalter hatte man dafür geometrische Konstruktionen, entsprechend unserer heutigen ‚Graphischen Statik'. Und da es augenfällig war, daß der Druck nach unten mit einer gewissen Gesetzmäßigkeit zunimmt, so war gar bald das Dreieck die Grundlage aller Steinmetzenkunst, der feste Grund, der ‚Steinmetzengrund', auf dem sie aufbauen konnten. Aber nur bestimmte Dreiecke eigneten sich hierfür. Man mußte das richtige, das echte, das ‚gerechte' Dreieck kennen, um sparsam und doch fest bauen zu können. Wer es besaß, hütete es als Geheimnis. Und so kennen wir dieses Dreieckgeheimnis als das ‚Hüttengeheimnis vom gerechten Steinmetzengrund'".

Maria Velte 1951 (S. 28): „Diese handwerklichen und statischen Erfahrungen sind schon früh in ein System der Quadratur bzw. der Triangulatur gebracht worden, so daß eine Einheit zwischen ästhetischer und statischer Konstruktion bestand".

J. Csemegi 1954 (S. 35): „Die Wahrscheinlichkeit der Annahme, daß die empirisch erworbenen statischen Kenntnisse des Mittelalters an diesen geometrischen Konstruktionsmethoden hafteten, wird heute wohl nicht mehr bestritten".

Paul Booz 1956 (S. 65): „Der Zweck der Regeln selbst ist klar: Sie stellten im gewissen Sinn die statischen Grundformeln der gotischen Meister dar ..."

Edgar Wedepohl 1967 (S. 217): „Der ... Maßgrund der stetigen Teilung, welche in der Figur des Fünf- und Zehnecks enthalten ist, dient statisch als Kräfteplan, der zwar nicht auf wissenschaftlicher Berechnung, jedoch auf jahrhundertelanger baumeisterlicher Tradition beruht". — (S. 267) „... die ... alten ‚Maßregeln' des Handwerks ... waren nicht etwa als eine Lehre der Ästhetik um der Schönheit willen verstanden, sondern als eine Art graphischer Statik zur Sicherung der Festigkeit und Haltbarkeit des Baues und aller seiner Teile".

Wo ist denn — außer in solch allgemeinen Worten — auch nur der Versuch gemacht, in einer Proportionsfigur den Lageplan und den zugehörigen Kräfteplan der Graphischen Statik wiederzuerkennen? Wo ist nachgewiesen, die erst im 19. Jahrhundert entwickelte Graphische Statik[10]) sei dem Mittelalter bereits bekannt gewesen?

Aus der Tatsache, daß die Darstellende Geometrie dem gotischen Architekten geläufig war und aus der weiteren Tatsache, daß die Darstellende Geometrie, die Proportionsgeometrie und die Graphische Statik sich der Geometrie als Hilfsmittel bedienen, wird gefolgert, auch die Proportionsgeometrie samt der Graphischen Statik müsse dem gotischen Architekten bekannt gewesen sein.

Seit wann sind verschiedene Inhalte, nur weil sie sich desselben Hilfsmittels bedienen, gegenseitig austauschbare Größen?

4. Entwurf und Baustelle

Der zweite Nebengrund, den die jüngere Literatur vorbringt, betrifft die werktechnische Bewältigung einer auch dem gotischen Architekten täglich gestellten Aufgabe.

Ist der Entwurf fertiggestellt, so frägt man an der Baustelle, was zu tun sei. Wie wurde also der gotische Entwurf auf die Baustelle übertragen? Etwa mit Hilfe eines Verfahrens, das uns heute nicht geläufig ist? Wenn ja — welcher Art war dieses Verfahren?

Georg Dehio 1894 (S. 20): „Vom 14. Jahrhundert ab sind Baurisse in verhältnismäßiger Reichlichkeit erhalten, aus den vorangehenden Jahrhunderten kein einziger bis zurück auf den berühmten Bauriß von St. Gallen ... Wenn dieses Pergament so sorgfältig aufbewahrt ist, wenn aus dem 13. Jahrhundert ein Stück von so ephemerer Bedeutung wie das Skizzenbuch des Villard de Honnecourt sich erhalten hat: wie kommt es, daß von so viel wichtigeren und ansehnlicheren Dokumenten, wie zur Ausführung bestimmte Baupläne es gewesen wären, nichts, auch nicht der kleinste Fetzen, und wäre es auch nur als Bucheinband oder um sonstigen Materialwertes willen, übrig geblieben ist? Sollte die Antwort etwa darin liegen, daß es Baupläne in unserem Sinn damals noch gar nicht gegeben hätte — daß man sich mit bloßen Handskizzen begnügte? War dies der Fall, eine keineswegs schlechthin abzuweisende Möglichkeit, so ist der Vorteil der Triangulierung einleuchtend. Daß die Alten mit Zirkel und Lineal geschickt umzugehen wußten, ist gewiß, ganz zweifelhaft aber, wie es mit der Anwendung des Maßstabes stand. Man hüte sich auch hier, die dem modernen Praktiker selbstverständlich erscheinenden Dinge ohne weiteres für das Mittelalter gültig zu erklären. Wenn schon bei den Abmessungen am Bau Irrtümer — man weiß, wie grobe oft — an der Tagesordnung waren, wieviel schwerer muß es da gewesen sein, brauchbare Maßstabzeichnungen im kleinen zustande zu bringen. Operierte man aber mit einem im Gebäude selbst liegenden Maßstab, einem Modulus — als

---

10) *H. Straub*, Die Geschichte der Bauingenieurkunst, Basel 1949, S. 217.

welchen man das gleichseitige Dreieck in der gedachten Verbindung sehr wohl bezeichnen darf — so konnte man schon aus der Skizze die richtigen Maße entnehmen, so war für den Fall zeitlicher Unterbrechungen die Einheit der Bauführung bestens gesichert usw. Doch bleiben das alles nur Vermutungen".

Karl Staatsmann 1910 (II S. 105f.): „Der Maßstab der in Straßburg befindlichen gut erhaltenen Pläne ist etwa 1 : 75 bis 1 : 20, Einzelteile sind etwas größer oder kleiner eingezeichnet ... Auffallend ist bei allen Plänen der Mangel eines eingezeichneten Maßstabes oder eingeschriebener Maße. Das führt zur Annahme, daß man ausgiebig von Proportionsschemata Gebrauch gemacht hat".

Karl Witzel 1914 (S. 12): „Obgleich man wenig darüber weiß, ob und wie die alten Meister ihre Baurisse gezeichnet haben ... so muß man doch annehmen, daß zeichnerische Unterlagen auf irgendeine Weise auch in frühester Zeit schon angefertigt wurden. Dabei darf man nicht das, was für uns heutzutage selbstverständlich ist, wie z. B. das Aufreißen in bestimmtem Maßstab, als ein schon im Mittelalter bekanntes Hilfsmittel betrachten. Die Alten wußten wohl mit Zirkel und Lineal gut umzugehen, aber wie es mit dem Maßstab stand, das ist sehr zweifelhaft. Man kann sogar mit ziemlicher Bestimmtheit behaupten, daß ein maßstäbliches Zeichnen in unserem Sinn nicht bekannt war und daß die Bauten nach unmaßstäblichen Zeichnungen, vielleicht überhaupt nur nach Handskizzen ausgeführt wurden. In beiden Fällen erkennt man sofort die weitere Notwendigkeit und den praktischen Wert des gleichseitigen Dreiecks, denn durch dasselbe wird es möglich, einen Bauriß von ganz beliebigem Maßstab praktisch zu verwenden, da ja das gleichseitige Dreieck als Ähnlichkeitsfigur zwischen der Zeichnung und dem Bau dienen kann". — (S. 15) „Auf diese Weise war dem Baumeister das $\pi/4$-Dreieck noch ein viel besseres Hilfsmittel als das gleichseitige Dreieck, denn ein maßstäbliches Zeichnen war dadurch umgangen". — (S. 24) „Sowie man ... annimmt, daß das Schema von Amiens [in Köln] bekannt war, läßt sich die verblüffende Ähnlichkeit beider Grundrisse leicht erklären, denn damit konnte der Grundriß in jedem beliebigen Maßstab aufgerissen werden. Es war nur die Annahme eines Grundmaßes ... nötig, um daraus den ganzen Grundriß konstruieren zu können".

Julius Haase 1919 (S. 16): „Der entwerfende Bauhüttenmeister wird das Verhältnis der Basis zur Höhe ... mittels geometrischer Konstruktion auf der Entwurfszeichnung und der ausführende Baumeister auf dem Bauplatz selbst mit sorgfältig abgemessenen und gespannten Schnüren ermittelt und endgültig festgestellt haben".

Felix Durach 1928 (S. 23): „Es gab ein gewisses Grundmaß, welches aber dann alsbald als Basis in ein proportionierendes Maßsystem aufgenommen worden ist. Und in der grundsätzlichen Anerkennung dieser Auffassung stimmen alle Untersuchungen (von Dehio, Knauth, Drach, Lund, Haase usw.) überein ... Man entwickelte auf Grund einer gegebenen Basislänge eben eine geometrische Grundfigur. Das ist die einzige Möglichkeit, um in natürlichem Maßsysteme Detailmaße und Proportionierungen zu erhalten, wenn die Maßangabe dazu durch Werkpläne nicht besteht. Die Übereinstimmung zwischen den Entwurfszeichnungen und der Bauplatzkonstruktion bestand darin, daß der Baumeister beim Zeichnen dasselbe Proportionierungsprinzip anwandte, wie er es mit seinen Leuten auf dem Platze nun eben in natürlicher Größe praktizierte. Das läßt sich den vom 13. Jahrhundert ab erhaltenen Zeichnungen entnehmen. Diese weisen teilweise noch die geometrisch-figuralen Konstruktionslinien auf und ergeben bei der Probe mit dem Zirkel geometrisch festgelegte Verhältnisse. Damit ist also die Übereinstimmung des geometrischen Konstruktionsprinzipes für Zeichnung und Praxis gegeben. Es war ein und derselbe Vorgang, der sich auf der verschieden gewählten Basislänge aufbaute. Daraus erhellt aber auch, daß es sich für den mittelalterlichen Baumeister gar nicht darum handeln konnte, Maße aus Plänen auf die Baustelle zu übertragen, sondern nur darum, denselben Vorgang auf Grund der natürlichen Basislänge auf dem Platz zu entwickeln. Der Maßstab (sc. Zollstock) hatte also im wörtlichen Sinne eine untergeordnete Bedeutung, nämlich diejenige der Basisfestlegung". — (S. 35) „Man steckte die Grundfigur ab und man wählte die Absteckung so, daß sie sich zugleich mit der wichtigsten Grundrißbestimmung, als welche die Vierung anzusehen ist, deckt ... Es trat von da ab die geometrische Proportionierung in Funktion ... Wie die Proportionierung ausgeführt worden ist, läßt sich sehr anschaulich den Figuren und Planzeichnungen entnehmen, welche den ... Werken von Dehio, Knauth, Lund, v. Drach, Witzel u. a. beigegeben sind".

Ernst Mössel 1931 (S. 139f.): „... die Absteckung des Grundplanes auf dem Bauplatz geschah, indem die Zirkelkonstruktion des geometrisch entwickelten und maßstäblich gezeichneten Planes in wirklicher Größe mit Pflöcken und gespannten Seilen auf dem Bauplatz wiederholt wurde ... Die Aufrißgestaltung konnte aus einer solchen Schnurplanung des Grundrisses unmittelbar entnommen oder in sie hineingeschnürt werden".

Camillo Fritz Discher 1932 (S. 66): „Die Anwendung eines Maßstabes oder gar Zeichnungen mit Maßzahlen scheint daher, mit ziemlicher Sicherheit, ausgeschlossen. Im übrigen sind die sich aus einer Grundzahl ergebenden Maße irrational und schließen schon aus diesem Grunde Maßstäbe und Maßzahlen im heutigen Sinne aus. Ein Messen mit Maßstäben kam nur in den Fällen in Anwendung, wo nicht geometrisch konstruierte, sondern arithmetisch festgelegte Längen in Betracht kamen, also nur beim Anlegen von Linien, welche als Basis zur Triangulatur dienten".

Walter Thomae 1933 (S. 33): „Die Schulregel soll vor Verwilderung schützen, am meisten auf dem Bauplatz selbst, denn es mangelte an Baurissen, die nach Maßstab aufgetragen waren".

Theodor Fischer 1934 (S. 62): „Wenn ... den Bauten der von der Kunstgeschichte gepriesenen Zeiten ein geometrischer Kern innewohnt, so ist sein Ursprung nicht in einer bewußten ästhetischen Absicht zu suchen, sondern in einem sehr natürlichen technischen Werkvorgang ... Aus der Arbeit mit Pfählen und Seilen entsteht gleichsam von selbst das, was später die Triangulatur genannt wurde, sofern etwa vom gleichseitigen Dreieck und Sechseck ausgegangen wurde. Ich erinnere auch an den Vorgang bei Zentralbauten, wo mit ähnlichen einfachen Hilfsmitteln aus dem Quadrat das regelmäßige Vieleck gebildet wird. Dieser Vorgang ist dann die Quadratur. Beide Methoden sind in der Kreisgeometrie vereinigt. Die Vermählung der Geometrie mit der Ausführung geschah mit Grundmaßen nach einer bürgerlichen Maßeinheit für die entscheidenden Baumaße, z. B. die lichte Weite einer Kirche oder die äußere Breite eines Tempels, mit Grundmaßen, die in sich vielfach, möglichst ohne Brüche teilbar waren, wie etwa die Zahlen 60 oder 100. Oder sie geschah mit Grundmaßen, die aus dem Bauplan selbst genommen waren, wie der Säulendurchmesser (Modul)".

Hugo Kükelhaus 1934 (S. 200): Man ist „auf Vermutungen darüber angewiesen, mit Hilfe welchen Verfahrens die an einem Bau beschäftigten Handwerker einheitlich den im Kopfe eines leitenden Baumeisters bestehenden Baugedanken durchführten und, weiter zurückgegriffen, wie dieser Baugedanke durch den Baumeister selbst gestaltet wurde. Der besondere Umstand, daß ein Bauplan nicht wie heute in maßstäblichen Rissen niedergelegt war, bildet den Stützpunkt dieser Vermutung. Denn erst vom 13. Jahrhundert ab sind maßstäbliche Bauzeichnungen auf uns gekommen, als deren früheste eine Ansichtszeichnung des Straßburger Münsters — vom Anfang des 13. Jahrhunderts — anzusehen wäre ... Da also keine Planzeichnung im heutigen Sinne bestand, wonach Grund- und Aufriß nach einem bestimmten Maßverhältnis auf der Baustelle vergrößert wird, hat sich die Bauforschung im wesentlichen auf den Ausweg geeinigt, sich die Möglichkeit des Bauens folgendermaßen vorzustellen: Der Baumeister gestaltet seine Gedanken nach einem geometrischen Verhältnisschlüssel, dessen Entwicklung die Bauhandwerker auf dem Bauplatz in natürlicher Größe wiederholten. Dieses Verfahren bedurfte der Grund-länge derjenigen Schlüsselfigur, aus der heraus auf dem Bauplatz das vom Entwerfer vorgeschriebene Maßwerk entwickelt wurde. Der Vorgang spielte sich also einmal im Arbeitszimmer des Architekten, ein andermal in natürlicher Größe auf dem Bauplatz ab. Auf diese Weise fällt der Ausgangsgröße eine entscheidende Rolle zu und der Begriff des Maßstabes bezieht sich lediglich auf die Ausgangsgröße des geometrischen Schlüssels".

Karl Busch 1935 (S. 27): „Der Proportionsschlüsselplan war nicht für maßstäbliche Übertragung bestimmt. Daher spielte die Konstruktion mit dem Zirkel, die in jedem Größenmaßstab dieselbe bleibt, eine entscheidende Rolle".

***Otto* Kletzl 1935** (S. 61): „Für die Eigenart der Entwurfsarbeit des spätmittelalterlichen Architekten ist das Fehlen eines Maßstabes bei allen älteren Werkrissen von Belang. Nach meinen Beobachtungen tritt ein Maßstab bei echten Architekturzeichnungen in Deutschland erst im frühen 16. Jhdt. auf und auch dann kann sich die Entwicklung jenes nicht einfachen Verfahrens, das heute als maßstäbliches Zeichnen bzw. Arbeiten zum Handwerkszeug eines jeden Architekten gehört, nur allmählich vollzogen haben. Der früheste, nachgewiesenermaßen maßstäbliche Werkriß des Mittelalters ist m. W. der Wettbewerbsplan von 1339 zur Vergrößerung des Langhauses in der Dom-Opera von Siena (Lando di Pietro). Mittelalterliche Baurisse des Kölner Domes, auf denen der Maßstab in römischem Fuß angegeben war, will Sulpiz Boisserée gekannt haben; heute sind sie jedenfalls nicht mehr nachzuweisen ... Wir müssen uns damit abfinden, daß die teilweise so komplizierten Werkrisse des späten Mittelalters nicht ‚maßstäblich' im modernen Sinne geschaffen und kopierend, bzw. variierend weitergegeben worden sind. Das Letztere wird als häufiger Vorgang besonders begreiflich, wenn man die sehr große Zahl von Maßeinheiten bedenkt, die im späteren Mittelalter nach dem Übergleiten des Bauwesens in Laienhände an Stelle jener wenigen Fußmaße getreten sind, die das frühe und hohe Mittelalter aus dem Italien der Spätantike und aus Kleinasien übernommen hatte. In der Tatsache nun, daß die Mehrzahl der uns erhaltenen spätmittelalterlichen Werkrisse, die ältesten unter ihnen durchwegs, unmaßstäblich gezeichnet sind, darf man den vornehmsten Beweis für durchaus allgemein und praktisch in dieser Zeit angewendete Proportionssysteme erblicken. Anders könnte man sich dann das Entstehen, insbesondere aber das häufige Übertragen von Architektursystemen in Planform gar nicht erklären. Schon Witzel hat (S. 16) darauf hingewiesen, daß es infolge der durch die allgemeine Kenntnis solcher Systeme herrschenden Verbundenheit der Bauhütten oft genügt hat, in unmaßstäbliche Handskizzen ein Schema der Triangulation einzuzeichnen — manchmal nur mit Hilfe von Buchstaben (s. Villard!) — um damit schon das Wesentliche, die proportionalen Abhängigkeiten nämlich, zu notieren. Am anderen Orte konnten sie dann mit einem Grundmaß, das der dort üblichen Fußeinheit sowohl, als auch den Platzverhältnissen ohne weiteres angepaßt werden konnte, wieder an einem Bau verwirklicht werden ... der Hinweis darauf, daß Proportionsschemata in Antike und Mittelalter das maßstäbliche Arbeiten allgemein ersetzten, findet sich denn auch sonst in der Literatur"[11]. — (S. 62) „Ich behaupte nun, daß es praktisch unmöglich war, die oft in freien Kurven gehaltenen Architekturteile von solcher Größe ohne Zuhilfenahme einfacher Triangulationssysteme mit genügender Genauigkeit aus dem Hauptplane zu übertragen und darnach zu arbeiten ... auch für die Herstellung der gezeichneten Hauptpläne konnte man triangulierende Hilfen nicht entbehren".

---

11) *Kletzl* nennt hier als Beleg: *W. Jordan*, Mathematik in Altertum und Mittelalter, Ztschr. f. Vermessungskunde, 1896. Wer diesem Beleg nachgeht, stellt fest: Prof. *Jordan* hat 1896 in der von ihm herausgegebenen Zeitschrift für Vermessungswesen sechs Buchbesprechungen veröffentlicht, darunter eine zu *H. G. Zeuthen*, Geschichte der Mathematik im Altertum und im Mittelalter, Kopenhagen 1896; sie enthält nichts, was *Kletzls* Hinweis rechtfertigen könnte.

Otto Kletzl 1936 (Freiburg, S. 31): „Daß sich auf älteren Architekturzeichnungen fast niemals ein Maßstab nachweisen läßt, zeigt sehr deutlich die Herrschaft von Triangulationssystemen an, deren Anwendung durch Meister und Parlierer allgemein geübt worden sein muß".

Otto Kletzl 1937—38 (S. 21): „... allgemeine Kenntnis von triangulierenden Entwurfsverfahren, die — mit Hilfe von geometrisch bevorzugten Dreiecken arbeitend — auch die relative Maßstabslosigkeit aller gotischen Werkzeichnungen erklären"[12]).

Ernst Mössel 1938 (S. 398f.): „Den Vorgang der Planung und der Absteckung auf dem Bauplatz möchte ich vermutungsweise so kennzeichnen. Die Absteckung des Bauwerkes erfolgte auf dem geebneten Bauplatz mit Pflöcken und Schnüren. Schnurgerüste verwenden wir auch heutigen Tages, wenn ein Gebäude abgesteckt und die Abmessungen aus dem maßstäblich gezeichneten Plan auf den Bauplatz übertragen werden sollen. Dabei sind alle Maße eingerechnet und alle Abmessungen in Maßzahlen dem Plan eingeschrieben. Die Absteckung aber und Planung, von der hier die Rede ist, wäre ein grundsätzlich anderes Verfahren. Sie wäre nichts anderes als eine auf dem Bauplatz selbst entwickelte Geometrie. Ihre Werkzeuge sind Pflock und Schnur. Ein Kreis wird geschlagen. Er hat einen bestimmten Durchmesser. Und eines anderen Maßes als dieses Grundmaßes bedurfte man für diesen ganzen Vorgang nicht. Alle Maße des Baues leiten sich aus ihm ab. Der Kreisumfang wird geteilt in 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20 Teile; die Teilung wird auf dem Boden mit Pflöcken bezeichnet, und in sie hinein werden mit Schnüren die Linienzüge der einfachen Figurationen gespannt, die übereckgestellten Dreiecke oder Quadrate, die Linienzüge des Sternachtecks, Sternzehnecks usw. Diese Figurationen sind dann die Grundlage für die Gestaltung. Aus ihnen arbeitet der planende Baumeister auf dem Bauplatz selbst das Bauwerk in seinen wesentlichen Grundzügen heraus".

Otto Kletzl 1939 (S. 16): „Selbst den vollständig erhaltenen Werkrissen ... fehlt ein besonderer Maßstab oder eine Maßstabverhältniszahl, wie sie für Bauzeichnungen in jüngeren Epochen allgemein üblich geworden sind. Aber auch die Bauzeichnungen der Gotik sind in bestimmten Maßverhältnissen gezeichnet. Diese Verhältnisse entwickeln sich hier nur trotz aller Freiheit, die dem eigentlich Künstlerischen stets erhalten blieb, so sicher aus geometrisch fundierten Regeln, daß in der Tat die unmittelbare Angabe eines einzigen Haupt- oder Grundmaßes genügte, um den einheitlichen proportionalen Aufbau des Entwurfes in Grund- und Aufriß sowohl als auch im Querschnitt zu sichern ... Unter Umständen genügte dann schließlich ein abgekürztes Buchstabensystem, flüchtig in einen freihändigen Plan notiert, um proportionale Grundgedanken eines Entwurfes mit genügender Genauigkeit weiterzugeben ... Die relative Maßstabslosigkeit von Architekturrissen des italienischen Trecento und Quattrocento bezeugt, daß auch hier mit grundsätzlich gleichem Verfahren gearbeitet worden ist".

Otto Kletzl 1941 (Straßburg, S. 4): „Sonst tragen die Pläne weder Beschriftung noch Maßstab. Diese Maßstablosigkeit wird den nicht überraschen, der sich schon mit gotischen Werkzeichnungen beschäftigt hat. Ist sie doch geradezu kennzeichnend für die ältesten und wichtigsten von diesen Zeichnungen. Ihre Maßstablosigkeit ist nur eine relative. Ein Architekt unserer Zeit, der sie genauer betrachtet, würde bald sehen, daß es sich hier um ein System besonderer Gesetzlichkeit handelt, dem auch ein eigenes Entwurfs- und Zeichnungsverfahren entsprochen haben muß. Es wird sich erweisen, daß wir gerade durch das Fehlen eines Maßstabes im Sinne der Neuzeit bei den Werkrissen der Gotik auf die ihnen eigentümlichen Entwurfsverfahren aufmerksam gemacht werden". — (S. 19) „Es bleibt nur noch ein Vergleich der wichtigen Proportionen — ein Vergleich, der bei so eigenartiger Maßstablosigkeit gotischer Werkrisse zugleich eine Frage nach dem

[12]) Ebenso *O. Kletzl*, Ein unbekannter Pergamentplan der Münsterbauhütte Straßburg, in: Forschungen und Fortschritte, 14. Jg., 1938, S. 249.

Wie der Plan-Übertragung schlechthin ist. Auch für die Plan-Übertragung und -Bearbeitung eines Grund-Risses ist in dieser Zeit auszugehen von der Annahme eines ‚Grundmaßes'. Dieses arithmetische Grundmaß, das aber nur in der damals geltenden Maßeinheit eine abgerundete Zahl ergeben kann, durfte bei einer Plan-Bearbeitung und -Übertragung für deren bestimmten Zweck frei gewählt werden. Das an dieses Grundmaß sich anschließende Triangulationssystem, welches dann eine Reihe wichtiger Systempunkte als rein geometrische Maße liefern konnte, änderte sich dementsprechend automatisch. Dadurch sind Übertragungen von Baugedanken der Gotik ungemein erleichtert worden. Ja, man darf in Möglichkeiten dieser Art einen Hauptvorzug jenes Wissens um einige Grundsätze der Geometrie erblicken, der in Gestalt praktischer Faustformeln Allgemeingut der Parliere und Meister gotischer Hüttenkunst gewesen ist. Unter Umständen genügte dann eine stenogrammartige Notiz der Triangulation, um die Hauptmaße der Proportion selbst eines nicht einfachen Planes verständlich weiterzugeben (Villard de Honnecourt hat bezeichnenderweise nur zur reinen Ingenieur-Zeichnung einer neuartigen Wurfschleuder Fußmaße unmittelbar angegeben)". — (S. 38) „Die Arbeit mit triangulierenden Systemen auf dem Bauplatz selbst, die Übertragung solcher Proportionen aus dem Grundriß des Planes z. B. auf den Grundriß des tatsächlichen Fundamentes, konnte mit lockeren Seilen zwischen Pflöcken recht einfach durchgeführt werden".

Otto Kletzl 1941 (Bauhüttenkunst, S. 10): „Entwurfsverfahren der Triangulation, die dem Werkmeister geometrisch gesicherte Erkenntnisse von der gesetzlichen Wirkung wertvoller Proportionen in praktisch brauchbarer Form an die Hand gaben, ermöglichten ... eine selbst für schwierige Systeme von den vielen Maßeinheiten damaliger Länder und Städte unabhängige und eindeutige Übertragung der wesentlichen Gedanken ... Die Übertragung vom Plan auf den Bau erfolgte auf Grund einfacher Kernfiguren der Triangulation, die dem Bauplatz zunächst durch gepflöckte Seilpolygone mitgeteilt worden sind".

Otto Kletzl 1944 (S. 134): „Das [Kressberger] Fragment I ... ist ... — neuzeitlich ausgedrückt — in einem Maßstab von fast 1 : 36 gezeichnet. Das Fragment II ... ist ... — wiederum neuzeitlich ausgedrückt — in einem Maßstab von 1 : 29 gezeichnet. Nur vom Standpunkt nachmittelalterlichen Bauzeichnens her gesehen sind aber solche ‚Maßstäbe' unerklärlich. Gotische Werkrisse, denen darum auch derlei Maßstäbe oder Verhältniszahlen fehlen, wurden aus Einheits- oder Grundmaßen entwickelt. Von Werkmeistern, die sich für Studienzwecke oder bestimmte Aufträge Repliken, bzw. Bearbeitungen originaler Hüttenentwürfe geschaffen haben, konnte solches Grundmaß darum stets frei angenommen werden, weil die Gesetze der Triangulation, nach denen es ausgewertet wurde, im Bereich dieser Kunst verbindliches Allgemeingut gewesen sind. Nach gleichen Regeln von solcher Art entwickelte Grundmaße sicherten selbst den Übertragungen schwieriger und umfangreicher Bausysteme alle wichtigen Proportionen des originalen Entwurfs. ... Erst so abgeleitete Maße wurden dann für die Detailarbeit der Steinmetzen und Laubhauer in Fuß-, bzw. Werkschuheinheiten ausgedrückt".

E. W. Grashoff 1948 (S. 18f.): „Das gleichseitige Dreieck ist diejenige geometrische Figur, die sich (vor dem Quadrat z. B.) im Gelände mit Pflock und Meßleine einfach und exakt aufzeigen läßt. Weiter ist jede beliebige Übertragung der Maßverhältnisse vom Riß auf den auszuführenden Bau u. einzelne Bauteile in leichter Weise genau maßstäblich möglich. Selbst der rechte Winkel läßt sich durch das doppelte gleichseitige Dreieck am mühelosesten geometrisch exakt herstellen".

Ernst Gall 1952 (S. 8): „Für einen mittelalterlichen Werkmeister blieb ein solcher Plan, trotz der sich über Jahrhunderte erstreckenden Bauausführung, verständlich, denn die in den Bauhütten gepflegte und streng geheim gehaltene Kenntnis der Maßverhältnisse aus den Grundfiguren ineinandergestellter Quadrate und Dreiecke gab den Schlüssel dazu".

Pierre du Colombier 1953 (S. 64): «Presque aucun de ces dessins n'est à une échelle exacte ...» — (S. 66) «Mais procédait-on aussi, comme cela nous paraît aujourd'hui absolument normal, en partant de petits dessins que l'on agrandissait mécaniquement? Je ne pense pas que cela se soit fait souvent: le caractère même des dessins que nous possédons s'y oppose, qui ne sont point des géométraux, qui ne sont ni cotés à l'échelle».

J. Csemegi 1954 (S. 15): „Auf allen Bauzeichnungen aus dem Zeitalter des Barocks, ja sogar auf denen der Renaissance findet sich die Methode des Maßstabes und der Kotierung in der einen oder anderen Form angewendet. Dagegen sind auf dem fast 1000 Blätter umfassenden, ganz verschiedenartigen bauzeichnerischen Vermächtnis der mittelalterlichen Baukunst keine Spuren der Maßstabenbezeichnung oder der Kotierung zu finden". — (S. 34f.) „... die Reihe der angeführten Beispiele hat das Vorhandensein solcher eigentümlichen plantechnischen Verfahren bewiesen, nach denen auf den Rissen verborgene, aber beim Nachmessen der Denkmäler immer wieder erkennbare verschiedenartige geometrische Konstruktionsmethoden zur Anwendung gelangten. Das führt gleichzeitig auch zur Erkenntnis der Tatsache, daß diese Konstruktionsverfahren praktisch notwendige Arbeitsmethoden waren, durch welche die mittelalterlichen Meister ihre Pläne an Ort und Stelle des Baues ohne Schwierigkeit in das wirkliche Maß vergrößern oder ausführen ... konnten."

Paul Booz 1956 (S 75): „Auf modernen Plänen darf die Angabe des Maßstabes, also des arithmetischen Verhältnisses von Zeichnung zur Wirklichkeit, nie fehlen. Auf Baurissen des Mittelalters wird man derartige Angaben nur in den seltensten Fällen nachweisen können, in der Regel fehlen sie völlig. Bisher sind aus der Unzahl alter Bauzeichnungen nur zwei bekannt geworden, auf denen ein Maßstab angegeben oder eingezeichnet war." — (S. 77) „Wenn wir nun die bisherigen Ergebnisse zusammenfassen, so können wir sagen, daß man den arithmetischen, mittels des Zirkels ausgeteilten Maßstab mindestens seit dem Beginn des 15. Jahrhunderts kannte ... Trotzdem bleiben noch zahllose gotische Pläne übrig, die Maßverhältnisse besitzen, welche auf arithmetischem Weg nicht zu erklären sind ... Man findet auch dafür eine Erklärung ... [Vierung über Ort] ... Wenn man also die erste Vierung ... vergrößert oder verkleinert, so folgt das ganze System dieser Veränderung automatisch nach ... Wie man nun die ‚Vierung über Ort' als geometrischen Maßstab benützen kann, so läßt sich das in gleicher Weise mit allen zusammenhängenden geometrischen Konstruktionssystemen machen ..." — (S. 81) „Mit anderen Worten gesagt, entsprechen die geometrischen Arbeiten auf dem Bauriß denen, welche auf dem Bauplatz mittels des Schnurgerüstes durchgeführt werden ... Was auf dem Plan mittels Zirkel und Richtscheit vorgezeichnet war, wurde am Bau bei der Herstellung des Schnurgerüstes im naturgroßen Maßstab wiederholt". — (S. 94) „Werkzeichnungen auf dem Kirchenboden oder einem anderen geeigneten Platz gaben die Möglichkeit, die gleichen Systeme, welche schon im Plan vorgezeichnet waren, in natürlicher Größe oder doch in sehr großem Maßstab auf dem Bauplatz aufzureißen, so daß man die daraus abzuleitenden Höhenmaße mit absoluter Genauigkeit entnehmen konnte".

Paul Frankl 1960 (S. 51): "A Gothic architect ... had no pocket rule; or if he did have one, he could not count on the fact that his foremen, masons, carpenters, and other artisans would have similar ones. Nor were standards of measure uniform in the different countries, territories, or even in the various cities of the same territory. The architect, therefore, placed no value at all on plotting his drawings in a determined scale. That does not mean that he could get along without them entirely. He had at least to indicate the length in feet for the first measure that he prescribed, and it was then, so to speak, the preordained fate of the building wether a foot in that locality was, for example, 29 cm or 30 cm long. But for the further course of his work it was not important to be able to express every distance between two points of the structure in arithmetical quantities; he had only to determine the interval geometrically. Of course, he had to see to it that his geometrical figures could be enlarged to any desired size by a purely geometrical method, and this method is, in general terms, that of the transfer of proportions and angles. The angles remain the same in the transfer and likewise the proportions. The length is what changes. But then a method must be found for determining all the length without numerical measurement once an initial dimension of length has been adopted."

Herwig Spieß 1963 (S. 223): „Der Baumeister konnte sich das geometrische Schema in kleiner Wiedergabe skizzieren. An Hand dieser Skizze entwarf er den Bau. Er bezeichnete die Punkte der Figur, die er für die Baufluchten benützt hatte. Schließlich gab er an, welche Strecke des Schemas Grundstrecke der Messung sein sollte, und nannte ihre natürliche Größe. Auf dem Bauplatz wurde zuerst diese Grundstrecke gemessen. Es liegt nahe, daß der Baumeister dazu ein Vielfaches des Werkmaßes genannt hatte, das aus der Zehner- und Zwölferreihe stammte, also, um einmal Zahlen zu nennen, 100 oder 96 Fuß. Dann mußte die geometrische Figur der Skizze in der natürlichen Größe wiederholt werden. Die Punkte, die die Baufluchten bezeichneten, wurden mit Schnüren verbunden. Damit war der ganze Bau nach dem Willen des Meisters angelegt".

Luc Mojon 1967 (S. 39): „Daß sich der Werkmeister des Mittelalters beim Zeichnen des endgültigen Entwurfs, beim Einmessen des Bauwerks und beim Entwickeln der Einzelformen am wachsenden Bau ausschließlich geometrischer Hilfsmittel bedient hat, ist erwiesen".

Dieser vierte Nebengrund bietet handgreifliche Argumente, die einander stützen und zudem wie die Glieder einer Kette ineinandergreifen. Daher die offenbare Überzeugungskraft dieses Nebengrundes.

Aber keine Kette ist stärker als ihr schwächstes Glied. Die Tragfähigkeit jedes einzelnen Gliedes dieser Argumentation zu prüfen, ist hier im Rahmen eines Literaturberichtes nicht der rechte Ort. Wir werden auf die an anderer Stelle begonnene Erörterung dieser Fragen zurückkommen[13]).

D. Allgemeines

Die Verfechter der These sind trotz aller Einwände überzeugt, der gotische Architekt habe mit Hilfe einer Proportionsfigur entworfen und gebaut, weil nur die Kenntnis und die Anwendung einer solchen Figur die Schönheit, die Natürlichkeit, die tiefere Bedeutung, die Standsicherheit, kurzum alles, was sich an einem Bauwerk rühmen läßt, hervorgebracht haben könne. Frägt man aber, welche Figur dies alles geleistet habe, so empfiehlt jeder Autor sein spezielles Rezept, das den ebenso speziellen Rezepten der anderen Autoren widerspricht.

Dieser Pluralismus der Wahrheiten wird nicht glaubwürdiger, wenn — nicht nur von Gegnern der These — versichert wird, es sei möglich, solche Proportionsfiguren, denen das Gute und Edle ausschließlich zu verdanken sei, in jeden besseren Entwurf post festum einzuzeichnen.

Otto Stiehl 1922 (S. 139): „Wie man nachträglich in jedem musikalischen Tonsatz die Verhältnisse der für die verschiedenen Tonhöhen fest gegebenen Schwingungszahlen nachweisen kann, ohne etwa anzunehmen, daß der Erfinder solche Ziffern als Unterlage für seine Erfindungskraft benützt hat, ebenso kann man in einem baulichen Entwurf, wenn dessen Urheber die künstlerische Gabe des ‚Abstimmens' besessen hat, Linien-

[13]) Vgl. Anm. 1.

verbindungen der besprochenen Art nachträglich eintragen. Das habe ich sowohl bei eigenen und bei fremden Entwürfen wie im akademischen Unterricht so häufig beobachtet, daß ein Zufall vollkommen ausgeschlossen ist".

Otto Kletzl 1935 (S. 61) „Man kann daher umgekehrt sogar sagen, daß Proportionssysteme sich selbst dort nachweisen lassen müssen, wo, wertvolle Bauten vorausgesetzt, mit einem bewußten Anwenden solcher Systeme nicht gerechnet werden darf ... Ein Schüler des Wiener Architekten Otto Wagner hat mir einmal erzählt, daß man an Hand von Plänen zu Wagners Bauten der Wiener Stadtbahn solche Gegenproben mit überraschendem Erfolg angestellt habe".

Proportionssysteme *müssen* sich also selbst dort nachweisen lassen, wo mit der Anwendung solcher Systeme nicht gerechnet werden *darf*. Wie soll man nun entscheiden, was diesen Figuren zu verdanken ist und was nicht, wenn die Möglichkeit, eine Entscheidung zu treffen, bereits im Ansatz aufgehoben ist? Da wird, wie gesagt, versichert, mit der „Wiederentdeckung" der Proportionsfiguren sei das vielberedete Hüttengeheimnis entschleiert. Welche der einander widersprechenden Figuren nun wirklich der jedem gotischen Architekten vertraute, folglich weithin bekannte Gegenstand dieses „Geheimnisses" gewesen sei, ist zwar nicht zu erfahren. Mit um so größerer Bestimmtheit wird aber behauptet, es sei völlig gewiß, zu welchem Zeitpunkt und aus welchen Gründen dieses Geheimnis in Vergessenheit geriet.

Karl Busch 1935 (S. 30): „Leider brach die direkte Bauhüttentradition vor etwa 30 Jahren ab, indem die um 1880 angeblich noch 60 Eingeweihten deutscher Sprache angesichts des geistfeindlichen Materialismus und des hoffnungslosen Individualismus der Gründerjahre beschlossen, niemand mehr in die Bauhüttengeheimnisse einzuweihen".

Wilhelm Funk 1955 (S. 34): „Allein es war falsch, ... an die heute übliche Planmethode nach dem sog. Dreitafelsystem zu denken; denn diese Planmethode beruht auf der mathematischen Wissenschaft der ‚Darstellenden Geometrie', diese wurde aber erst 1794 von ... Gaspar du Monges begründet ... Seine neue Wissenschaft verbreitete sich ... rasch in alle Welt und verdrängte dadurch das vorher geübte Planverfahren ..."

Karl Freckmann 1965 (S. VIII): „Erst die Einführung des Metermaßes (zunächst in Frankreich 1791) und der Darstellenden Geometrie (durch Gaspar de Monges 1794 in Paris begründet) machte dem alten Planverfahren ein Ende und brachte dem Architekten das noch heute übliche ‚freie' Entwerfen mit seiner Loslösung von aller Gesetzmäßigkeit".

Edgar Wedepohl 1967 (S. 269f.): „Für den Zusammenbruch der Baukunst zu Beginn des 19. Jahrhunderts wird eine Reihe von Ereignissen verantwortlich gemacht", darunter „die Einführung des abstrakten, dekadischen, metrischen Systems an Stelle der konkret auf den menschlichen Körper bezogenen Zoll-, Fuß- und Ellen-Maßeinheiten ... Der Gründer der Ecole Polytechnique in Paris, Gaspard Monge (1746—1818), ... entwickelte ein abstrakt-wissenschaftliches System der darstellenden Geometrie (Géométrie descriptive), welche ... völlig amusischen Charakter hat ... Das Entwerfen ist seitdem ... von jeder Bindung an figural geometrische Zusammenhänge der Proportionierung gelöst".

Das Ende des Hüttengeheimnisses als ein Akt heroischer Resignation angesichts aller erdenklichen Übel der Gründerjahre? Wie schade, daß die Proportionsbeflissenen des 19. Jahrhunderts von dieser bis um 1880 noch lebendigen, direkten Bauhüttentradition nichts erfuhren. Die geringste Indiskretion eines der 60 Geheimnisträger hätte ihnen gewiß viele Mühe und manchen Irrtum erspart. Oder war diese „lebendige Tradition" damals bereits dem Meter und der darstellenden Geometrie zum Opfer gefallen?

Weshalb dem Meter ? Seit den Tagen der alten Ägypter waren die Proportionsfiguren, wie es heißt, allen Kulturvölkern bekannt. Wie viele verschiedene Maßeinheiten müssen die Proportionsfiguren in diesen 5000 Jahren überlebt haben! Und der allerletzten dieser Maßeinheiten sind sie erlegen ? Weshalb ? Alle Maßeinheiten sollen doch lediglich dazu gedient haben, die Länge des Grundmaßes zu bestimmen. Ob das Grundmaß in dieser oder in jener Maßeinheit angetragen wurde, konnte der Proportionsfigur, die sich über dem Grundmaß entwickelte, gleichgültig sein. Nicht umsonst wird doch als ein besonderer Vorzug der Proportionsfiguren der Umstand herausgestellt, daß sie den Entwurf und die Ausführung des Bauwerks vom Vielerlei der Maßeinheiten unabhängig machten. Aber nicht diese Unabhängigkeit, sondern gerade die Abhängigkeit von einer Maßeinheit soll den Proportionsfiguren den Untergang gebracht haben ?

In der anderen Version hätte die verderbliche Rolle, die dem Metermaß zugedacht ist, ihren Grund darin, daß nach Einführung des Meters möglich war, jedes beliebige Baumaß unter Umgehung der Proportionsfiguren in Meter und Zentimeter anzugeben. So wäre die hehre Kunst der Proportionierung dem platten Fortschritt des Bemessens erlegen. Aber weshalb soll in früheren Zeiten nicht möglich gewesen sein, Baumaße — ebenfalls unter Umgehung der Figuren — in Fuß und Zoll anzugeben ?

Gaspar Monge gilt als „Begründer" der darstellenden Geometrie. Also war die darstellende Geometrie vor Monge unbekannt ? Aber nach welchen Prinzipien der Geometrie wurde jener Grundriß gezeichnet, den König Gudea von Lagasch auf dem Zeichenbrett vor sich liegen hat ? Welche Vorstellung von Geometrie hatten jene Ägypter, die die Gräber Ramses' IV. und Ramses' IX. im Grundriß dargestellt oder den Grund- und Aufriß einer Säule in orthogonaler Parallelprojektion maßgerecht in das Quaderwerk des Tempels von Philae eingeritzt haben ? Wozu redet Vitruv von ichnographia, orthographia und scenographia ? Wie haben die gotischen Architekten ihre Grundrisse, Schnitte und Aufrisse gezeichnet ? Was liest man in jedem besseren Lehrbuch der Architektur lange vor Gaspar Monge ? Aber wozu alle Fragen: An der von Gaspar Monge wissenschaftlich begründeten[13a]) und — daher ? — amusischen Geometrie sind die Proportionsfiguren samt der Baukunst zugrunde gegangen.

Die These, gotische Baukunst sei proportioniert, ist oft genug vertreten und oft genug bezweifelt worden. Die für und die gegen die These vorgebrachten Argumente reichen zu einer Beweisführung nicht aus.

Die Frage ist noch immer offen.

II. Zum Wahrheitsgehalt der These

Die These wurde nicht mit Worten allein vertreten. Anschaulicher und eingängiger als alle Worte sind proportionierte Bauzeichnungen, die veröffentlicht zu Hunderten vorliegen. In diesen Zeichnungen kann man einem und demselben Bauwerk mehrfach begegnen.

13a) *F. J. Obenrauch,* Monge, der Begründer der darstellenden Geometrie als Wissenschaft, in: Jahresberichte der deutschen Landes-Oberrealschule in Brünn für die Schuljahre 1892/93 bis 1894/95

Ziehen wir die Proportionierungen des Freiburger Münsterturms als Beispiel heran (Abb. 6—14): Die beiden ersten Figuren, die ohne Grundmaß auskommen, stellen Verhältnisse fest, ohne Abmessungen zu geben. In der dritten schwebt das Grundmaß AB in Höhe des dritten Gesimses. In der vierten liegt das Grundmaß in Sockelhöhe; seine Länge ist gleich der gesamten Breite des Langhauses, die Breite des Achtorts ist als zweites Grundmaß eingeführt. In den folgenden Figuren wird das Grundmaß in der Vertikalen gesucht: Das eine Mal beginnt es in der Fußbodenhöhe der Vorhalle, das andere Mal in der Oberkante des Sockels, beide Male reicht es bis zur Oberkante der Sterngalerie-Brüstung. Von allen diesen Grundmaßen zugleich auszugehen, ist nicht möglich. Von welchem Grundmaß ist der gotische Architekt ausgegangen?

Auch über das hier anzuwendende Verfahren besteht keine Einigkeit. Zuerst ist es der Goldene Schnitt, dann das Quadrat, schließlich eine Kombination aus Quadrat, Quadratdreieck und Kreis, endlich das eine oder andere regelmäßige Vieleck. Hat sich der gotische Architekt an eines dieser Verfahren gebunden? Wenn ja — an welches?

Selbst über die Endpunkte der zueinander in Proportion gesetzten Maße gehen die Meinungen auseinander. Ist ein Gesims nun in der Oberkante, in der Unterkante oder irgendwo im Profil zu messen? Welche Höhe ist für die Sterngalerie bezeichnend: die Fußbodenhöhe, die Unterseite der Platte, die halbe Höhe der Brüstung oder die Oberkante der Brüstung? Und die Höhe des Turmes: reicht sie bis irgendwo in die Helmspitze, bis zum Fuß der Kreuzblume, bis zur Unter- oder Oberkante des Laubes, bis zum Scheitel des Knaufs oder — weshalb nicht? — bis zur Mitte der Wetterfahne?

Fragen über Fragen. Auf keine kennt man bis heute die Antwort. Dieses Nichtwissen ermöglicht den Vertretern der These, jeweils das Grundmaß, die Figur und den Punkt als zutreffend auszugeben, deren Zusammenspiel allem Anschein nach zum Erfolg führt. Dasselbe Nichtwissen macht uns aber unmöglich, in diesem Angebot der Widersprüche zwischen „richtig“ und „falsch“ zu unterscheiden. So müssen alle diese Fragen einstweilen auf sich beruhen.

Eine Frage, die nicht auf die Verfahrensweise, sondern auf das Ergebnis dieser Proportionierungen abzielt, sei dennoch gestellt. Angenommen, auf einer Bauzeichnung werde ein Grundmaß angetragen und über ihm ein gleichseitiges Dreieck errichtet, dessen Scheitel einen bestimmten Punkt des Bauwerks treffe. Die Grundlage dieser Beweisführung ist eine Zeichnung, das Ergebnis der Beweisführung wird aber dem Bauwerk zugeschrieben. Das an Hand der Zeichnung gewonnene Ergebnis muß sich daher am Bauwerk prüfen lassen. Daraus ist abzuleiten: Wie lang das in der Zeichnung angenommene Grundmaß in Wirklichkeit ist, läßt sich am Bauwerk nachmessen. Die dieser Basis entsprechende Höhe eines gleichseitigen Dreiecks — das „Thesenmaß“ dieser Höhe — läßt sich rechnen. Dieses Thesenmaß läßt sich — wo die Basis und wo der Scheitelpunkt des Dreiecks am Bauwerk liegen sollen, ist ja bekannt — dem entsprechenden Baumaß gegenüberstellen. Aus dieser Gegenüberstellung erfahren wir nicht lediglich, ob die These an dieser Stelle „richtig“ oder „falsch“ ist, wir können vielmehr in Zentimetern angeben, um wieviel das Thesenmaß kürzer oder länger ist als das Baumaß. Eine leidliche Übereinstimmung der beiden Maße müßte als eine Bestätigung der These — genauer: als Bestätigung einer der vielen Varianten der These an dieser Stelle —

gelten, ein erhebliches Auseinanderklaffen der beiden Maße würde zum gegenteiligen Schluß führen. Was wir nun zuerst nötig haben, sind nicht in einer mehr oder weniger zuverlässigen Zeichnung abgestochene, sondern am Bau selbst genommene, in Ziffern kotierte Baumaße. Sie in der erforderlichen Anzahl zu beschaffen — eine Proportionierung besteht ja nicht nur aus dem einen genannten Dreieck — ist nicht ganz leicht, denn zum einen soll es gotische Bauten ersten Ranges geben, für die an zuständiger Stelle kein beziffertes Maß zu erfahren ist, und zum anderen können wir die zur Proportionierung benützten Bauten nicht wohl nochmals aufmessen, um zu solchen Maßzahlen zu kommen.

Hier treffen nun zwei Umstände glücklich zusammen.

Unter den veröffentlichten Proportionierungen findet sich, wie gesagt, die eine und andere, die dasselbe Bauwerk betrifft. Vorausgesetzt, es sei möglich, für ein mehrfach proportioniertes Bauwerk die zur Kontrolle der Proportionierungen benötigten Baumaße zu beschaffen, so wäre es eine Frage der Ökonomie, jenes Bauwerk zu wählen, das am häufigsten proportioniert wurde. In der engeren Wahl stehen das Langhaus bzw. die Westfront des Straßburger Münsters mit — soweit ich sehe — vier Proportionierungen[14]), die Marburger Elisabethkirche mit sieben[15]), Chor, Langhaus und Westfront des Kölner Doms mit zwölf[16]) und der Turm — nur der Turm — des Freiburger Münsters mit elf Proportionierungen.

Der andere Umstand: Die Plankammer des Freiburger Münsterbauamtes ist mit Aufmaßzeichnungen des Münsterturms, die etwa 170 bezifferte Maße enthalten, wohl versehen. Herr Münsterbaumeister Dr. Booz gestattete mir, dieses Material zu benützen, mehr noch: Als sich zur Höhe des Achtorts zwei um 0,24 m differierende Angaben herausstellten, ließ er die Höhe des Turmes — der Helm stand damals im Gerüst — vom Fußboden der Vorhalle bis zum Knauf der Kreuzblume nochmals einmessen. Für dieses alle Erwartung übertreffende Entgegenkommen darf ich auch an dieser Stelle verbindlich danken.

Nun ist möglich, die Thesenmaße der Proportionierungen des Freiburger Münsterturms den Baumaßen des Freiburger Münsterturms gegenüberzustellen.

Einige Bemerkungen voraus: Die Proportionierungen benützen nicht selten Abmessungen des Turmes, für die ein beziffertes Maß nicht zur Verfügung steht. In solchen Fällen sind wir von dem nächstliegenden bezifferten Maß ausgegangen und haben das Differenzmaß in einem der Detailrisse (1 : 20 oder

---

[14]) *Dehio* 1894, *Knauth* 1908, *Fischer* 1934, *Kloeppel* 1935. — Die Proportionierungen des Straßburger Risses B (*Stehlin* 1935, *Mössel* 1938, *Weßling* 1941, *Gruber* 1951, *Schubert* 1954) müssen hier außer acht bleiben, da nicht geklärt ist, wie weit die von *Dehio-Bezold* veröffentlichte Umzeichnung dieses Risses, von der die Proportionierungen ausgehen, mit den durch Schwinden des Pergaments veränderten Maßen des Originalrisses übereinstimmt.

[15]) *Grueber* 1839, *Zeising* 1854, *v. Drach* 1897, *Discher* 1932 (mit *Drach* identisch, ohne dessen Namen zu nennen), *Kloeppel* 1935, *Mössel* 1938, *Belz* 1943, *Csemegi* 1954.

[16]) *Boisserée* 1823, *Dehio* 1894, *Hasak* 1902, *Wyneken* 1907, *Haase* 1911/12, *Lund* 1921, *Mössel* 1926, *Kloeppel* 1935, *Mössel* 1938, *Velte* 1951, *Schubert* 1954, *Brunés* 1967.

1 : 10) abgestochen. Zur Kennzeichnung sind solche Maße samt den aus ihnen abgeleiteten Werten in Klammern gesetzt.
Die in m oder in % genannten Differenzen von Thesenmaß und Baumaß sind jeweils vom Baumaß her gesehen.
Wo eine Proportionierung nicht ein Thesenmaß und ein Baumaß, sondern zwei Baumaße aufeinander bezieht, erhielt die absolute Differenz der beiden Maße kein Vorzeichen und die relative Differenz wurde auf das größere Baumaß bezogen.
Schließlich die mehrfach benützten Formeln[17]:

goldener Schnitt: $\text{Major} = 1/2\,(\sqrt{5} - 1) = 0{,}618033$
$\text{Minor} = 1/2\,(3 - \sqrt{5}) = 0{,}381966$

gleichseitiges Dreieck: $h = a/2\,\sqrt{3} = a \cdot 0{,}866025$
$a = h \cdot 1{,}154700$

$\pi/4$-Dreieck: $h = \dfrac{a + \frac{a}{2}\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = a \cdot 1{,}207106$
$a = h \cdot 0{,}828428$

A. Die Proportionierungen des Freiburger Münsterturmes

Adolf Zeising 1854

(S. 406f.) „Beim Freiburger Münster (Fig. 166) findet wieder die Ineinanderschiebung verschiedener Systeme statt. Teilt man die Totalhöhe von der Grundlinie (a) bis zur Spitze des Kreuzes (m), so reicht der längere Unterteil (af) gerade bis zur Spitze des Dreiecks über dem Mittelfenster (f), welches zugleich derjenige Höhepunkt ist, wo auf beiden Seiten die vertikale Linie wirklich aufgegeben wird und der schon früher neben und hinter ihr bestehenden schräg aufsteigenden Linie Platz machen muß.

Hier Abb. 6
Baumaß am = 115,12 m
af nach Z. = 115,12 · 0,618033
= 71,14 m
In der von Zeising benützten Zeichnung sitzen die Kreuzblumen unmittelbar auf den Scheiteln der Wimperge. Tatsächlich vereinigen sich die Orte dieser Wimperge zu einem sich verjüngenden Glied[17a], auf dem die Kreuzblumen etwa 1 m oberhalb der Wimpergspitzen aufsitzen. Das Zeisings Behauptung nächstliegende Baumaß (Vereinigung der Orte im Scheitel der Wimperge) = (72,56 m)
Diff.: 71,14 — (72,56)
= — (1,62) m;
— (2,0) %

Rechnet man zum Ganzen das Kreuz nicht mit und teilt also die Höhe des Maßes, die es von der Erde bis zum Fuß des Kreuzes hat (an), so reicht der längere Unterteil gerade bis zur Basis der Turmspitze (g).

Baumaß an = (111,49 m)
ag nach Z. = 111,49 · 0,618033
= (68,90) m
Hier wie in der Regel mißt Z. bis zur Nasenhöhe des Gesimses.
Baumaß ag = (69,84) m
Diff.: (68,90) — (69,84)
= — (0,94) m;
— (1,3) %

[17]) Für die Durchsicht der weiteren, an ihrem Ort genannten Formeln habe ich Herrn Prof. Dr. *W. Böhm* sehr zu danken.
[17a]) *Lorenz Lacher* nennt dieses Glied in seiner Unterweisung (41) den Stengel.

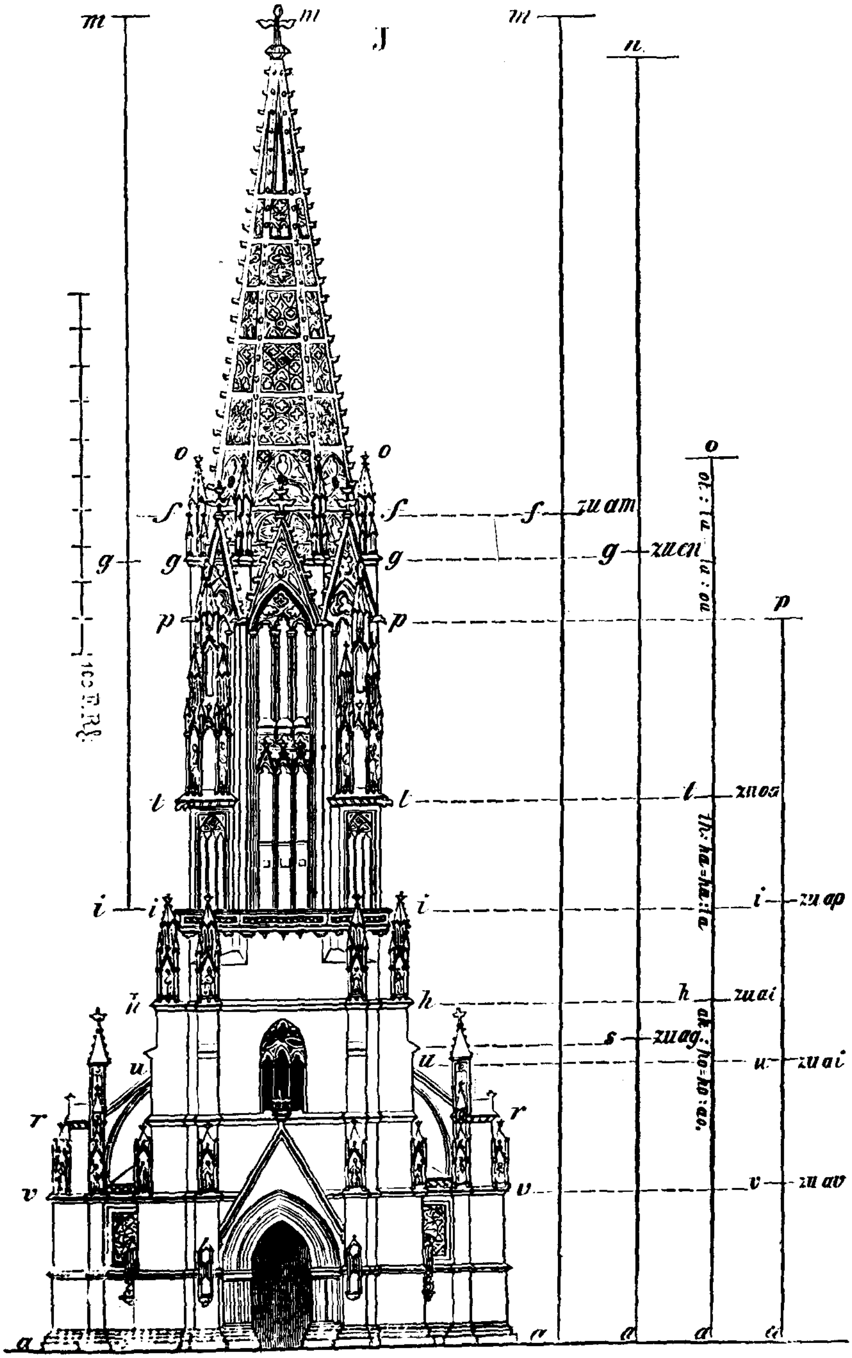


Abb. 6. Freiburg Münster, Proportionierung des Turmes (Zeising 1854).

Nimmt man aber als höchsten Punkt die Spitzen der Seitentürmchen (o) an und unterwirft die Dimension ao der Teilung: so reicht der längere Unterteil bis t, also einem der stark hervortretenden Abschnitte des oberen Geschosses

Baumaß ao	= 77,17 m
at nach Z.	= 77,17 · 0,618033
	= 47,69 m
Baumaß at	= (48,86) m
Diff.:	47,69 — (48,86)
	= — (1,17) m;
	— (2,4) %

und erleidet in h, einem Abschnitt des unteren Geschosses, abermals eine Teilung.

Baumaß at	= (48,86) m
ah nach Z.	= (48,86) · 0,618033
	= (30,19) m
Baumaß ah	= (30,03) m
Diff.:	(30,19) — (30,03)
	= + (0,16) m;
	+ (0,5) %

Betrachtet man endlich das Stück ap als Ganzes, rechnet also das einzuteilende Grundmaß nur bis zur Linie p, welche eigentlich die Grundlinie zu dem die Spitze des Turms bildenden Dreieck ist: so reicht der längere Unterteil gerade bis zur Linie i, welche die Grenzlinie zwischen den einfacher gebauten unteren und den kunstvoller ausgeführten oberen Geschossen bildet,

Baumaß ap	= 64,23 m
ai nach Z.	= 64,23 · 0,618033
	= 39,69 m
Baumaß ai	= (38,51) m
Diff.:	39,69 — (38,51) m
	= + (1,18) m;
	+ (3,1) %

und es findet derselbe seine weitere Einteilung durch die Punkte u und v, die wieder mit wesentlichen Abteilungen des Gebäudes zusammen fallen;

Baumaß ai = (38,51) m

Mit u ist offenbar die Kämpferhöhe im Fenster der Michaelskapelle bezeichnet.

au nach Z.	= (38,51) · 0,618033
	= (23,80) m
Baumaß au	= (24,62) m
Diff.:	(23,80) — (24,62)
	= — (0,82) m;
	— (3,3) %
Baumaß au	= (24,62) m
av nach Z.	= (24,62) · 0,618033
	= (15,21) m
Baumaß av	= (12,73) m
Diff.:	(15,21) — (12,73)
	= + (2,48) m;
	+ (16,4) %

der kürzere Oberteil (ip) hingegen erhält seinen unteren Durchschnitt in t,

Baumaß ip	= (25,72) m
it nach Z.	= (25,72) · 0,381966
	= (9,82) m
Baumaß it	= (10,35) m
Diff.:	(9,82) — (10,35)
	= — (0,53) m;
	— (5,1) %

seinen oberen hingegen in x, d. i. derjenigen Linie, die dem obersten Turmfenster zur Basis dient (Anm. Die

Baumaß ip	= (25,72) m
px nach Z.	= (25,72) · 0,381966
	= (9,82) m

Bezeichnung dieser Linie durch x ist im Schema vergessen). —

Baumaß px = (9,56) m
Diff.: (9,82) — (9,56)
= + (0,26) m;
+ (2,7) %

Betrachtet man umgekehrt den kunstvoller ausgeführten oberen Teil des Münsters (von i bis m, der Spitze des Kreuzes) als Ganzes, so fällt die Durchschnittslinie wieder mit der Linie g, der Basis der Turmspitze, zusammen.

Baumaß im = (76,61) m
ig nach Z. = (76,61) · 0,381966
= (29,26) m
Baumaß ig = (31,33) m
Diff.: (29,26) — (31,33)
= — (2,07) m;
— (6,6) %

Von welchen als bedeutsam hervortretenden Grenzpunkten man also auch ausgehen mag, der Blick findet überall Abteilungen, die mit unserem Gesetz harmonieren; ja auch kleinere aus der Mitte herausgegriffene Distanzen zeigen noch eine dem Gesetz entsprechende Gliederung; so z. B. op, welches in g,

Baumaß op = 12,94 m
pg nach Z. = 12,94 · 0,381966
= 4,94 m
Baumaß pg = 5,61 m
Diff.: 4,94 — 5,61
= — 0,67 m;
— 11,9 %

xi, welches in t,

Baumaß ix = (16,16) m
it nach Z. = (16,16) · 0,618033
= (9,98) m
Baumaß it = (10,35) m
Diff.: (9,98) — (10,35)
= — (0,37) m;
— (3,6) %

hv, welches in r, und ri, welches in h seine proportionale Durchschnittslinie besitzt".

Das Baumaß r ist nicht verfügbar.

2. Karl Wyneken 1907

(S. 92ff.) „Wenn ... auf Taf. 10 die bekanntesten deutschen gotischen Dome dargestellt sind, so geschah es, um daran sogleich die für diese maßgeblichen überaus einfachen Haupteinteilungen nachzuweisen ... Um sich hiervon zu überzeugen, betrachte man ... die schematischen, aber den Abmessungen nach mit großer Genauigkeit wiedergegebenen geometrischen Aufrisse des Freiburger ... Münsters ... Aus einem eingehenden Studium der Pläne der genannten ... gotischen Kathedralen ... wird der kundige Leser die volle Überzeugung gewinnen, daß, abgesehen von einem mehr oder minder kleinen ... Rest, die Teilung der Turmhöhe in 3, 4 und 6 gleiche Teile für ihre Hauptgliederung maßgeblich ist ... Vermöge dieser Teilung in gleiche Teile zeigt der

Hier Abb. 7

Wyneken drittelt die Turmhöhe auf zwei Arten. Soweit die sehr kleine Figur (etwa 1 : 1475) erkennen läßt, bezeichnen die links markierten Drittelpunkte die Fußbodenhöhe der Sterngalerie, die Kreuzblumen der Wimperge und das Laub (OK) der Kreuzblume des Helms.

(113,55) : 3 = (37,85) m

Vorhalle (FB) bis Sterngalerie (FB)
= 37,35 m
Diff.: (37,85) — 37,35
= + (0,50) m;
+ (1,3) %

Sterngalerie (FB) bis Kreuzblume des westlichen Wimpergs (OK)
= (39,34) m
Diff.: (37,85) — (39,34)
= — (1,49) m;
— (4,0) %

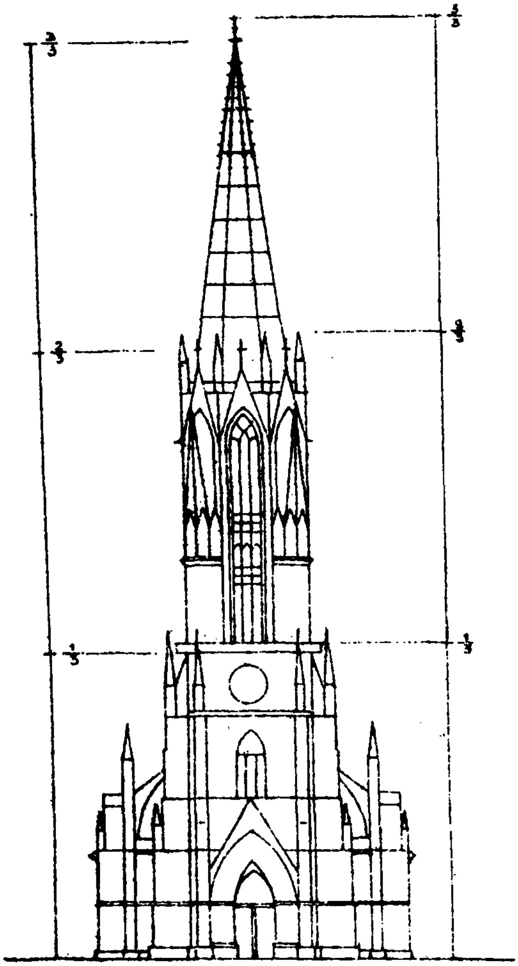


Abb. 7. Freiburg Münster, Proportionierung des Turmes (Wyneken 1907).

Kölner Dom eine Rhythmik, die der des Freiburger Münsters sehr ähnlich ist. Bei beiden beruht die eigentliche Hauptgliederung darauf, daß dem Turmschaft von $^2/_3$ der ganzen Höhe eine Turmpyramide von $^1/_3$ Höhe aufgesetzt ist. Der Schaft ist dann noch einmal durch ein Hauptgesimse halbiert. Beim Kölner Dom sind nun diese Dritteile überall an augenfälliger Stelle noch einmal halbiert, während beim Freiburger Münster dies nur stellenweise — nämlich für das unterste Drittel — gilt. Nach unserer Bezeichnungsweise beruhen beide Kathedralen auf einer regelmäßigen Sechstei-

Kreuzblume des westlichen Wimpergs (OK) bis Laub (OK) der Kreuzblume des Helms

= (36,85) m

Diff.: (36,85) — (37,85)

= — (1,00) m;

— (2,6) %

Die rechts markierten Drittelpunkte bezeichnen die Brüstung (OK) der Sterngalerie, die Kreuzblume (OK) der Spornpfeilerfialen und den Knauf (OK) der Kreuzblume des Helms.

115,12 : 3 = 38,37 m

lung, bei der die besondere Hervorhebung des zweiten und vierten Teilpunktes ... die Regel bildet".

Vorhalle (FB) bis Sterngalerie-Brüstung (OK)

= 38,59 m

Diff.: 38,37 − 38,59

= − 0,21 m;

− 0,5 %

Sterngalerie Brüstung (OK) bis Kreuzblume der Spornpfeilerfiale (OK)

= 38,59 m

Diff.: 38,37 − 38,59

= − 0,22 m;

− 0,5 %

Kreuzblume der Spornpfeilerfiale (OK) bis Knauf der Kreuzblume des Helms (OK)

= 37,95 m

Diff.: 38,37 − 37,95

= + 0,42 m;

+ 1,1 %

3. Julius Haase 1911/12

(S. 108) „Am Turm des Freiburger Münsters ist die Höhenlage der Mitte der ersten Maßwerkschicht des durchbrochenen Turmhelms 143′ rhein.[18]). Diese Höhenlage wird noch betont durch die Giebelspitzen der Oktogonwimperge und der Wimperge an den Eckfialen des Helmfußes. Diese Höhe teilt die Gesamthöhe des Westturmes von 373′ rhein. im Verhältnis des Goldenen Schnitts mit einer Abweichung von nur 0,004.

Haase hat den Freiburger Turm nicht abgebildet.

Turmhöhe bis Kreuzblume (OK)

= 115,12 m

Major = 115,12 · 0,618033

= 71,14 m

Mitte der ersten Maßwerkpartie (die Scheitel der Achtortwimperge und die der Fialenwimperge haben davon abweichende Höhen!)

= (73,31) m

Diff.: 71,14 − (73,31)

= − (2,17) m;

− (3,0) %

Von der Oberkante der Fußbalustrade des Oktogons bis zum Gesims der Fußbalustrade des Helms ist 94′ rhein., von da bis zur Kreuzblumenspitze 152′ rhein., zusammen 246′ rhein. Die Teilung ist die des Goldenen Schnitts mit einer Abweichung von 0,0002."

Sterngalerie Brüstung (OK) bis Kreuzblume (OK)

= 76,53 m

Minor = 76,53 · 0,381966

= 29,23 m

Sterngalerie Brüstung (OK) bis Achtortgalerie (FB)

= 31,45 m

Diff.: 29,13 − 31,45

= − 2,22 m;

− 7,6 %

[18]) Muß wohl 243′ heißen.

4. Karl Witzel 1914

(S. 33) „... Der Westturm (s. Taf. X, Fig. 1) weist schon durch seine über dem Hauptportal sich befindende Giebelverdachung mit dem Scheitelwinkel von 60° auf das gleichseitige Dreieck hin.

Hier Abb. 8
In der photogrammetrischen Aufnahme Meydenbauers mißt der Scheitelwinkel des Wimpergs etwa 61°.

Das auf Hauptgesimshöhe über AB errichtete gleichseitige Dreieck ergibt nach oben die Höhe der ersten Turmgalerie,

Das Grundmaß AB, von dem Witzel ausgeht, mißt am Bau

= 21,64 m.

Die Höhe des gleichseitigen Dreiecks

= 21,64 · 0,866025
= 18,74 m

Vom Gesims über dem Fenster der Michaelskapelle (UK) bis Sterngalerie (FB)

= (18,30) m
Diff.: 18,74 − (18,30)
= + (0,44) m;
+ (2,4) %

während dasselbe Dreieck nach unten auf den Fußpunkt der Portalmittelachse fällt.

Vorhalle (FB) bis Gesims (UK)

= (19,05) m
Diff.: 18,74 − (19,05)
= − (0,36) m;
− (1,6) %

Die Verdachung des Hauptportals liegt auf einem über AB auf Sockelhöhe errichteten gleichseitigen Dreieck.

Die Höhe des Dreiecks über AB

= 18,74 m

Vom Sockel (OK) bis zum Scheitel der Profilnasen des Wimpergs

= (19,23) m
Diff.: 18,74 − (19,23)
= − (0,49) m;
− (2,5) %

Ein von Höhe der ersten Galerie zwischen den Strebepfeilerachsen nach oben gehendes System von Dreiecken übernimmt die Triangulierung des oberen Teils des Turmes und bestimmt mit drei Dreiecken den Beginn des achteckigen Turmhelms,

Das Achsmaß der westl. Strebepfeiler

= 12,41 m

Die Höhe der drei über dieser Basis errichteten gleichseitigen Dreiecke

= 3 · 12,41 · 0,866025
= 32,24 m

Von Sterngalerie (FB) bis Achtortgalerie (FB)

= 32,69 m
Diff.: 32,24 − 32,69
= − 0,45 m;
− 1,4 %

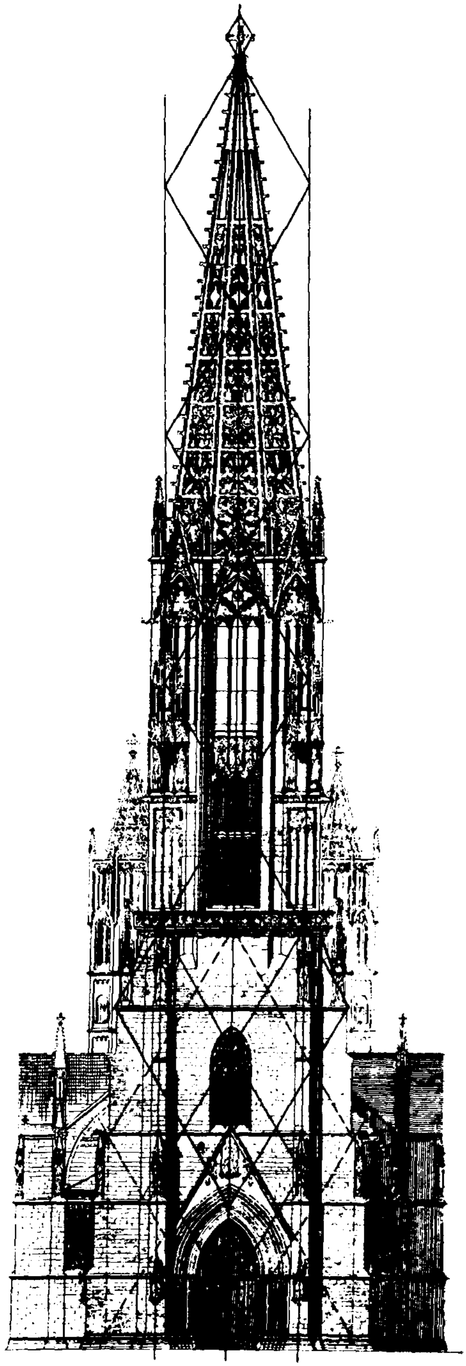


Abb. 8. Freiburg Münster, Proportionierung des Turmes (Witzel 1914).

mit sieben Dreiecken die Spitze des letzteren.

Die Höhe der sieben Dreiecke
= 7 · 12,41 · 0,866025
= 75,23 m

Von Sterngalerie (FB) bis Fuß der Kreuzblume (UK)
= (74,14) m

Diff.: 75,23 — (74,14)
= + (1,09) m;
+ (1,4) %

Das ganze System endet in einer Umschließung der den Turmhelm bekrönenden Kreuzblume".

Laut Zeichnung ist die Höhe der Umschließung ein Drittel der Dreieckhöhe, also von Sterngalerie (FB) bis Kreuzblume (UK)
= 7,3333 · 12,41 · 0,866025
= 78,81 m

Von Sterngalerie (FB) bis Kreuzblume (OK)
= 77,77 m

Diff.: 78,81 — 77,77
= + 1,04 m;
+ 1,3 %

5. Paul Klopfer 1919

Der Skizze (Abb. 15) ist eine Erläuterung nicht beigefügt.

Hier Abb. 9

In der Breite des Langhauses ist ein Quadrat errichtet, das über die in der Proportionierung nicht berücksichtigte Sterngalerie hinaus bis in den Achtort reicht. Zwei kleinere Quadrate, deren Seitenlänge mit der Seitenlänge des ersten Quadrats in keinem erkennbaren Zusammenhang steht, decken den überschießenden Teil des Achtorts.

Das Außenmaß des Langhauses im Westen = Seitenlänge des ersten Quadrats
= 38,27 m

Das Außenmaß des Achtorts = Seitenlänge des kleinen Quadrats
= 15,13 m

Die Höhe der Achtortgalerie (FB) nach K.
= 38,27 + 2 · 15,13 = 68,53 m

Das Baumaß
= 70,04 m

Diff.: 68,53 — 70,04
= — 1,51 m;
— 2,1 %

Mit der Hälfte eines kleinen Quadrats, von der Oberseite des ersten Quadrats nach unten abgetragen, erreicht man das Gesims über dem Uhrgeschoß.

Die Höhe des ersten Quadrats
= 38,27 m

Die halbe Höhe eines kleinen Quadrats
= 7,56 m

Von Vorhalle (FB) bis Gesims (OK) nach K.
= 38,27 — 7,56 = 30,71 m

Das Baumaß
= 30,42 m

Diff.: 30,71 — 30,42
= + 0,29 m
+ 1,0 %

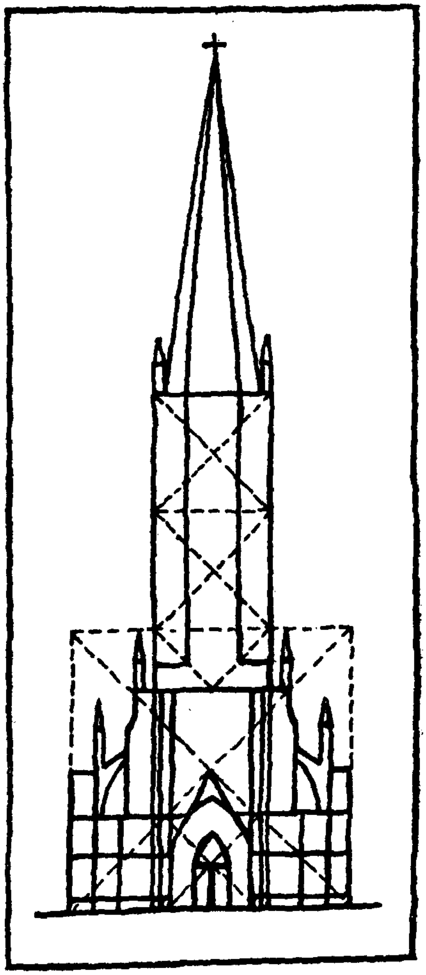


Abb. 9. Freiburg Münster, Proportionierung des Turmes Klopfer 1919).

Ein letztes Quadrat steht zwischen den Achsen der westlichen Strebepfeiler. Es reicht vom Fußboden der Vorhalle bis zum zweiten Gesims.

Das Achsmaß der westl. Strebepfeiler = Seitenlänge des Quadrats
= 12,41 m

Von Vorhalle (FB) bis zweites Gesims (OK)
= 13,01 m

Diff.: 12,41 − 13,01
= − 0,60 m;
− 4,6 %

6. Frederik Macody Lund 1921

Lund hat seiner Figur (Fig. 115, hier Abb. 10) keine Erläuterung beigefügt.
Der Abstand zwischen Sockel (OK) und Sterngalerie-Brüstung (OK) ist als Seitenlänge dreier Quadrate angenommen, deren erstes mit dem Sockel (OK) einsetzt, deren letztes die Helmspitze irgendwo unterhalb der Kreuzblume schneidet. In die Höhe der ersten

beiden Quadrate teilen sich drei Kreise. (Zwischen dem Scheitel des dritten Kreises und der Oberseite des zweiten Quadrats bleibt in der Zeichnung ein nicht ganz kleines Intervall. Nicht nur an dieser Stelle hat Lund seine Proportionsfigur mit der heißen Feder gezeichnet.) Die Endpunkte und die Mitten der horizontalen Halbmesser dieser Kreise teilen ein Quadrat in 6 senkrechte Bahnen von übereinstimmender Breite. Die 2. und die 4. Bahngrenze trifft in die Achsen der westlichen Turmstreben, die 1. und die 5. Bahngrenze stimmt in der zweiten Partie des Vorhallengeschosses mit der Ausladung der seitlichen Turmstreben überein. Die Proportionsfigur, soweit bis hierher beschrieben, regelt folgende Verhältnisse:

Der Durchmesser des ersten Kreises entspricht der Ausladung der seitlichen Turmstreben in der zweiten Partie des Vorhallengeschosses, der Mittelpunkt des zweiten Kreises liegt auf der Brüstung der Sterngalerie (OK).

Der Durchmesser des Kreises = Ausladung der seitlichen Turmstreben
= (24,33) m
Von Sockel (OK) bis Sterngalerie-Brüstung (OK)
= 37,23 m
Diese Maße müßten sich wie 1 : 1,5 verhalten.
$1{,}5 \cdot (24{,}33) \neq 37{,}23$ m
Diff.: (0,73) m;
(1,9) %

Das Achsmaß der westlichen Strebepfeiler entspricht der Breite zweier Bahnen; der Durchmesser des ersten Kreises ist der Ausladung der seitlichen Turmstreben in der zweiten Partie des Vorhallengeschosses gleich, entsprechend der Breite von vier Bahnen.

Das Achsmaß der westl. Strebepfeiler
= 12,41 m
Der Durchmesser des Kreises = Ausladung der seitlichen Turmstreben
= (24,33) m
Diese Maße müßten sich wie 1 : 2 verhalten.
$2 \cdot 12{,}41 \text{ m} \neq (24{,}33)$ m
Diff.: (0,49) m;
(2,0) %

Das Achsmaß der westl. Turmstreben entspricht mit zwei Bahnen dem Kreisradius, die Strecke von Sockel (OK) bis Brüstung der Sterngalerie (OK) entspricht drei Kreisradien.

Das Achsmaß der westl. Turmstreben
= 12,41 m
Von Sockel (OK) bis Brüstung der Sterngalerie (OK)
= 37,23 m
Diese Maße müßten sich wie 1 : 3 verhalten.
$3 \cdot 12{,}41 \text{ m} = 37{,}23$ m
Diff.: 0,00 m

Der Scheitel des zweiten Kreises erreicht den Fensterkämpfer des Glockenhauses.

Der Durchmesser der Kreise
= (24,33) m
Von Sockel (OK) bis Fensterkämpfer des Glockenhauses
= 49,06 m
Die Maße müßten sich wie 1 : 2 verhalten
$2 \cdot (24{,}33) \text{ m} \neq 49{,}06$ m
Diff.: (0,40) m;
(0,8) %

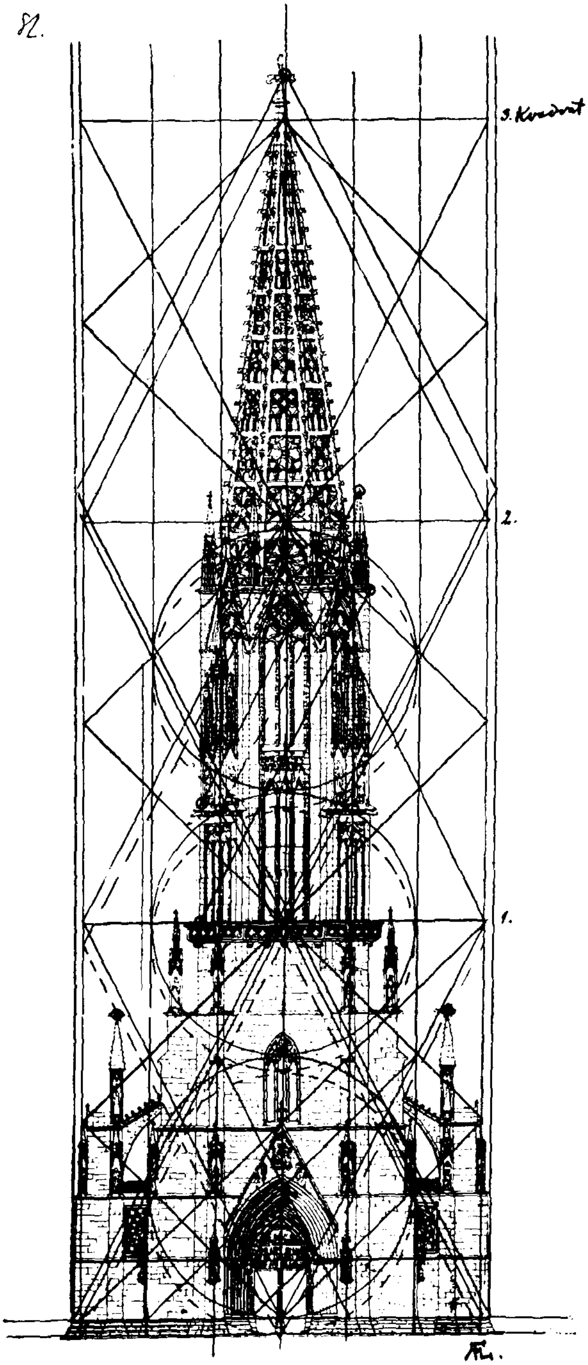


Abb. 10. Freiburg Münster, Proportionierung des Turmes (Lund 1921).

Zugleich ist der Durchmesser der Kreise = 4 Bahnen, d. h. doppelt so groß als das Achsmaß der westl. Strebepfeiler

$= \quad 24{,}82$ m
$2 \cdot 24{,}82 \text{ m} \neq 49{,}06$ m
Diff.: $\quad 0{,}58$ m;
$\quad 1{,}1$ %

In jedes der genannten Quadrate sind ein Quadrat über Eck und je 2 Quadratdreiecke eingestellt, von denen das eine seine Spitze nach oben, das andere seine Spitze nach unten kehrt. Nun sind bestimmt:

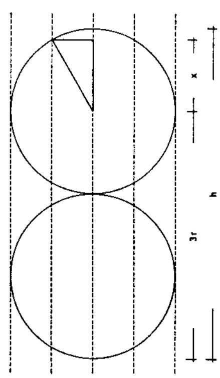
Das erste über Eck stehende Quadrat schneidet den zweiten Kreis unter dem Uhrgeschoß in Höhe der Unterkante des Gesimses.

Die Höhe des Schnittpunktes

$$= (37{,}22) - \frac{12{,}41}{\sqrt{2}} = 28{,}45 \text{ m}$$

Die Höhe des Gesimses (UK)
$= \quad (28{,}54)$ m
Diff.: $\quad 28{,}45 - (28{,}54)$
$= -\,(\;0{,}09)$ m;
$-\,(\;0{,}3\;)$ %

Der zweite Kreis schneidet die 2. und die 4. Bahngrenze in der Oberkante des Laubgesimses der Fialtürme.



$$x = r \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 10{,}74 \text{ m}$$
$$h = 3 \cdot 12{,}41 + 10{,}74$$
$$= 47{,}97 \text{ m}$$

Bis Laubgesims (OK)
$= \quad (47{,}71)$ m
Diff.: $\quad 47{,}97 - (47{,}71)$
$= +\,(\;0{,}26)$ m;
$+\,(\;0{,}5\;)$ %

In den Quadratdreiecken verhält sich die Hälfte der Basis zur Höhe wie 1 : 2. Folglich läßt sich die Richtung der Schrägseiten dieser Dreiecke in Parallelverschiebung benützen, um für ein Horizontalmaß und für ein in einem Endpunkt dieses Horizontalmaßes einsetzendes Vertikalmaß das Verhältnis 1 : 2 festzulegen. Freie Endpunkte solcher Maßpaare sind:

Auf der 4. Bahngrenze die Oberkante des Sockels und auf der 2. Bahngrenze die Unterkante des Wasserschlags am Strebepfeiler,

Die beiden Bahngrenzen sind die Achsen der westl. Strebepfeiler, deren Entfernung
$= \quad 12{,}41$ m
Von Sockel (OK) bis Wasserschlag (UK)
$= \quad (26{,}17)$ m
$2 \cdot 12{,}41 \neq (26{,}17)$
Diff.: $\quad (\;1{,}35)$ m;
$\quad (\;5{,}1\;)$ %

auf der 2. Bahngrenze die Oberkante des Laubgesimses am Fialturm und auf der 4. Bahngrenze der Helmfuß der Hauptfiale,

Die Entfernung der beiden Bahngrenzen ist wieder
= 12,41 m
Von Laubgesims (OK) bis Helmfuß der Hauptfiale
= (24,47) m
$2 \cdot 12{,}41 \neq (24{,}47)$
Diff.: (0,35) m;
(1,4) %

in der linken Außenflucht des Achtorts die Brüstung OK der Sterngalerie und in der rechten Außenflucht des Achtorts die Fußbodenhöhe der Achtortgalerie,

Die Breite des Achtorts
= 15,13 m
Von Sterngalerie-Brüstung (OK) bis Achtortgalerie (FB)
= 31,45 m
$2 \cdot 15{,}13 \neq 31{,}45$ m
Diff.: 1,19 m;
3,8 %

in der linken Außenflucht des Achtorts die Schräge des Laubgesimses (OK) und auf der 4. Bahngrenze die Kreuzblume der Hauptfiale (OK)

Von der linken Außenflucht des Achtorts bis zur Achse der rechten Hauptfiale
= (14,95) m
Von der Schräge des Laubgesimses (OK) bis zur Kreuzblume der Hauptfiale (OK)
= 28,09 m
$2 \cdot (14{,}95) \neq 28{,}09$
Diff.: (1,81) m;
(6,4) %

In der Fußbodenhöhe der Vorhalle beginnend sind die genannten Quadrate, Kreise und Quadratdreiecke ein zweites Mal, nun mit gerissener Kontur, in den Turmriß eingetragen.

Die Oberseite des ersten Quadrats erreicht die Unterseite der Sterngalerie

Die Quadratseite = Sockel (OK) bis Sterngalerie-Brüstung (OK)
= 37,23 m
Vorhalle (FB) bis Sterngalerie (UK)
= (37,04) m
$37{,}23$ m $\neq (37{,}04)$ m
Diff.: (0,19) m;
(0,5) %

Der Scheitel des zweiten Kreises bezeichnet die Oberkante des Laubgesimses.

Der Durchmesser der Kreise
= (24,33) m
bzw. 24,82 m (vgl. oben).
Die Scheitelhöhe des zweiten Kreises
= (48,66) m
bzw. 49,64 m
Von Vorhalle (FB) bis Laubgesims (OK)
= 49,08 m
$(48{,}66)$ m $\neq 49{,}64$ m $\neq 49{,}08$ m
Diff.: (0,42) m;
(0,8) %
bzw. 0,56 m;
1,4 %

Auf dem Sockel ist zwischen den Stirnseiten der seitlichen Langhausstreben ein Quadratdreieck errichtet. Über ihm stehen drei weitere Dreiecke derselben Art und Größe.

Die Spitze des dritten Dreiecks reicht in der Kreuzblume des Turms bis zur Oberkante des Laubes.

Die Breite des Langhauses einschl. Strebepfeiler

= 38,25 m

Von Sockel (OK) bis Laub der Kreuzblume (OK)

= (112,20) m

$3 \cdot 38{,}25 \neq (112{,}20)$

Diff.: (2,55) m;

(2,2) %

7. Ernst Mössel 1926

(Abb. 43 und S. 87f.) „Alle Maße lassen sich ableiten aus einem Kreis, dessen Durchmesser gleich ist der Höhe des Turmvierecks und gleich der ganzen äußeren Breite in den Strebepfeilern.

Hier Abb. 11

Der vertikale Durchmesser des Kreises = Vorhalle (FB) bis Sterngalerie-Brüstung (OK)

= (38,59) m

Der horizontale Durchmesser desselben Kreises = Breite des Langhauses zwischen den Stirnseiten der seitlichen Strebepfeiler

= 38,25 m

Diff.: (38,59) – 38,25 m

= + (0,34) m;

+ (0,8) %

Der Mittelpunkt dieses Kreises liegt auf dem Gurtgesims über dem Wimperg des Hauptportals ... Die Breite von Achse zu Achse der nach vorn tretenden Strebepfeiler ist gleich der äußeren Breite des Mittelschiffs. Die ganze äußere Breite in den nach den Seiten tretenden Strebepfeilern ist gleich dem doppelten dieses Maßes.

Es ergibt sich daraus ..., daß die Höhe des Turmvierecks und die bezeichnete Breite sich verhalten wie Kreishalbmesser und Seite des umschriebenen Zehnecks.

Das Achsmaß der westl. Strebepfeiler

= 12,41 m

Von Stirn zu Stirn der seitlichen Strebepfeiler

= 24,81 m

$2 \cdot 12{,}41 \text{ m} \neq 24{,}81 \text{ m}$

Diff.: 0,01 m;

0,0 %

Die Höhe des Turmvierecks = Vorhalle (FB) bis Sterngalerie-Brüstung (OK)

= (38,59) m

Der Kreishalbmesser

= (19,295) m

Die bezeichnete Breite = Achsmaß der westl. Strebepfeiler

= 12,41 m

Diese beiden Maße sollen sich verhalten wie Kreishalbmesser: Seite des umschriebenen Zehnecks

$= 0{,}5\,(\sqrt{5} + 1) \cdot \cos 18^\circ : 1$

$= 19{,}095 \text{ m} : 1$

$(19{,}295) \neq 19{,}095$

Diff : (0,20) m;

(1,0) %

Näher liegt das einfache Zahlenverhältnis 3 : 2.

$12{,}41 \cdot 1{,}5 = 18{,}615 \text{ m}$

$18{,}615 \text{ m} \neq (19{,}295) \text{ m}$

Diff.: (0,68) m;

(3,5) %

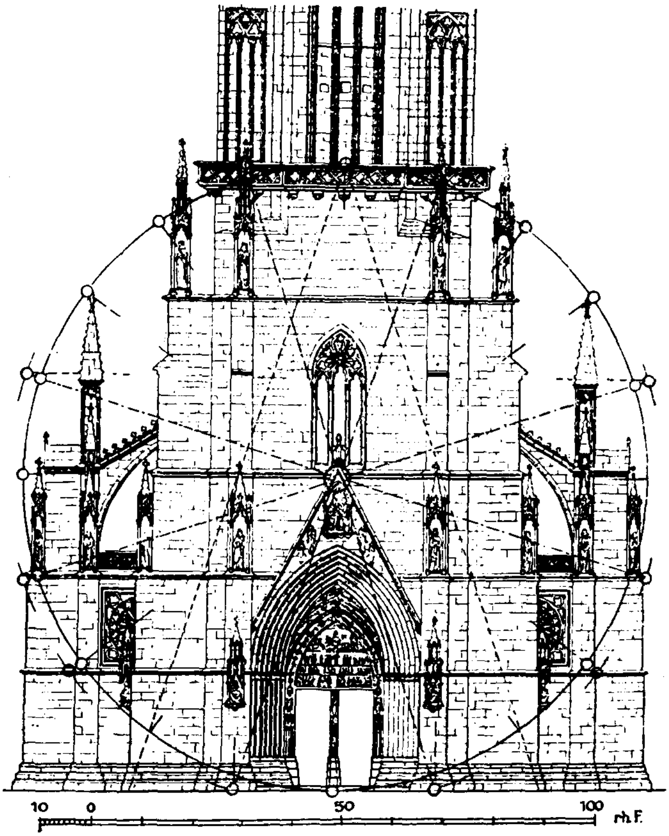


Abb. 11. Freiburg Münster, Proportionierung des Turmes (Mössel 1926).

Die Maßbeziehungen des unteren quadratischen Turmbaues sind also klar. Beziehungen des oberen achteckigen Teiles, des Glockenhauses, zum unteren ließen sich nicht mit Sicherheit feststellen. Höhe der Galerie des Turmvierecks A[19]) = 124,0 rh. Fuß,

Von Vorhalle (FB) bis Sterngalerie-Brüstung (OK) = (38,59) m. 124,5′ rheinisch (nach der Maß- und Gewichtsordnung vom 16. Mai 1816
1′ = 31,38535 cm[20]))
= 39,07 m
Diff.: 39,07 m — (38,59) m
= + (0,48) m;
+ (1,2) %

ganze Breite in den Strebepfeilern der Westwand A = 124,0 rh. Fuß.

124,0′ rheinisch = 38,91 m. Die Breite des Langhauses zwischen den Stirnseiten der seitlichen Strebepfeiler
= 38,25 m
Diff.: 38,91 — 38,25
= + 0,66 m;
+ 1,7 %

19) A ist Aufnahme, vgl. *Mössel* 1926, S. 13.
20) *Alberti*, 1957, S. 57, 231.

Höhe Gurtgesims über dem Wimperg des Hauptportals h = 63,0 rh. Fuß ..."

63,0′ rheinisch = 19,77 m.
Von Vorhalle (FB) bis Gesims (OK)
= 19,43 m
Diff.: 19,77 − 19,43
= + 0,34 m;
+ 1,8 %

Soweit Mössels Erläuterung. Der Abbildung 11 ist einiges mehr zu entnehmen:

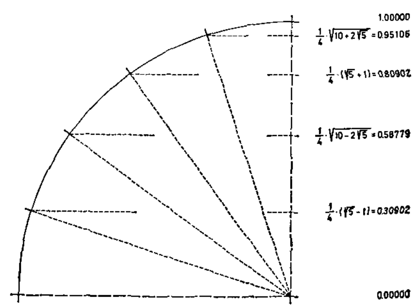
Der Umfang des Kreises, „dessen Durchmesser gleich ist der Höhe des Turmvierecks", ist 20-fach geteilt. Der Scheitelpunkt des Kreises liefert mit 2 weiteren Teilungspunkten zusammen ein $\pi/5$-Dreieck, dessen in Höhe des Niveaus liegende Basis die Ausladung der seitlichen Strebepfeiler (oberhalb des Sockels) bezeichnet.

Die Höhe dieses Dreiecks
= (38,59) m,
dessen Basis
= (38,59) · 0,649840
= (25,07) m
Die Strecke zwischen den Stirnseiten der seitlichen Strebepfeiler oberhalb des Sockels
= 24,81 m
Diff.: (25,07) − 24,81
= + (0,26) m;
+ (1,0) %

Im Kreismittelpunkt liegt die Spitze eines zweiten $\pi/5$-Dreiecks, dessen Basis die Achsen der westlichen Strebepfeiler in Höhe des Niveaus bezeichnet.

Die Abmessungen der beiden Dreiecke verhalten sich wie 2 : 1, die Basis des kleineren Dreiecks ist demnach (25,07) : 2
= (12,53) m
Das Achsmaß der westl. Strebepfeiler
= 12,41 m
Diff.: (12,53) − 12,41
= + (0,12) m;
+ (1,0) %

Teilungspunkte des Kreises bezeichnen die Unterkante des 3. Gesimses,



Die Höhe des Teilungspunktes
= (38,59) : 2 = (19,29) m
Von Vorhalle (FB) bis 3. Gesims (UK)
= (19,01) m
Diff.: (19,29) − (19,01)
= + (0,28) m;
+ (1,5) %

die Oberkante des 4. Gesimses

Die Höhe des Kreismittelpunktes
= (38,59) : 2 = (19,29) m
Die Höhe dieses Teilungspunktes
= (19,29) + (19,29) · 0,58779
= (30,63) m

Von Vorhalle (FB) bis 4. Gesims (OK)
= 30,42 m
Diff.: (30,63) − 30,42
= + (0,21) m;
+ (0,7) %

und die Wimpergscheitel der oberen Tabernakel.

Die Höhe dieses Teilungspunktes
= (19,29) + (19,29) · 0,80902
= (34,89) m
Von Vorhalle (FB) bis Wimpergscheitel
= (34,90) m
Diff.: (34,89) − (34,90)
= − (0,01) m;
(0,0) %

Die Basispunkte des genannten kleineren $\pi/5$-Dreiecks — anders gesagt: die Schnittpunkte des Niveaus und der westl. Strebenachsen — sind Teilungspunkte eines zweiten, größeren, wiederum 20-fach geteilten Kreises.

Der Radius des ersten Kreises
= (38,59) : 2 = (19,295) m
der Radius des größeren Kreises
= (19,29) : sin 72° = (20,28) m.
Die radiale Distanz beider Kreise

$$= \frac{(20{,}28) - (19{,}295)}{2} = (0{,}49)\,\mathrm{m}$$

Teilungspunkte des größeren Kreises bezeichnen die Außenwangen der westlichen Langhausstreben in Höhe des ersten Gesimses (OK),

Die Horizontaldistanz der beiden Teilungspunkte
= 2 · (20,28) · 0,80902
= (32,81) m
ebenso zwischen den Außenwangen der Langhausstreben
= (30,40) m
Diff.: (32,81) − (30,40)
= + (2,41) m;
+ (7,9) %
Die Höhe der beiden Teilungspunkte über Vorhalle (FB)
= (20,28) · (1 − 0,5877) − 0,49
= (7,87) m
Von Vorhalle (FB) bis erstes Gesims (OK)
= 6,96 m
Diff.: (7,87) − 6,96
= + (0,91) m;
+ (12,2) %

die Stirn der seitlichen Langhausstreben in Höhe des zweiten Gesimses (UK)

Die Horizontaldistanz der beiden Teilungspunkte
= 2 · (20,28) · 0,95106
= (38,57) m
Ebenso zwischen den Stirnseiten der Langhausstreben
= (37,60) m
Diff.: (38,57) − (37,60)
= + (0,97) m;
+ (2,6) %

Die Höhe der beiden Teilungspunkte über Vorhalle (FB)

= (20,28) · (1 − 0,3090) − 0,49
= (13,52) m

Von Vorhalle (FB) bis zweites Gesims (UK)

= (12,58) m
Diff.: (13,52) − (12,58)
= + (0,94) m;
+ (7,5) %

und an den Turmstreben die Wasserschläge (UK).

Die Höhe der beiden Teilungspunkte über Vorhalle (FB)

= (19,29) + (20,28) · 0,30902
= (25,56) m

Von Vorhalle (FB) bis Wasserschlag (UK)

= (24,80) m
Diff.: (25,56) − (24,80)
= + (0,76) m;
+ (3,1) %

8. Otto Kloeppel 1935

(S. 82) „Wenn man nun aber den Achtort dadurch für größere Höhenentwicklungen brauchbar machte, daß man ihn gewissermaßen nach oben verdoppelte, so fragt sich, ob das beim Fünfort nicht auch möglich ist und entsprechend durchgeführt wurde ... Eine Probe auf dieses Exempel zeigt, daß eine große Anzahl gotischer Kirchen Deutschlands in ihren Westfassaden auf diese Weise proportioniert worden sind, sowohl zwei- wie eintürmige und darunter solche größten Formats, wie die Münster in ... Freiburg ...“ — (S. 84) „Ganz entsprechend sind die Fassaden von ... Freiburg ... durch zwei übereinander angeordnete Fünforte proportioniert, so daß zu den einzelnen Abbildungen kaum etwas hinzuzufügen ist ... Für Freiburg ist höchstens zu erwähnen, daß hier die Dreiteilung des Fassadenaufbaues stark markiert ist, während die horizontale Diagonale des oberen Fünfecks eine untergeordnete Rolle spielt“.

Kloeppels Abb. 48 (hier Abb. 12) gibt darüber hinaus folgendes:

Als Grundmaß I dient in Sockelhöhe die gesamte Breite des Langhauses. In der Vertikalen reicht dieses Grundmaß von Sockel OK bis Sterngalerie-Brüstung OK,

Das Grundmaß = 38,25 m.
Von Sockel (OK) bis Sterngalerie-Brüstung (OK)

= 37,20 m
Diff.: 38,25 − 37,20
= + 1,05 m;
+ 2,9 %

von da bis zu den Kreuzblumen OK der Fialen

Von Sterngalerie-Brüstung (OK) bis Kreuzblumen (OK)

= 38,60 m
Diff.: 38,25 − 38,60
= − 0,35 m;
− 0,9 %

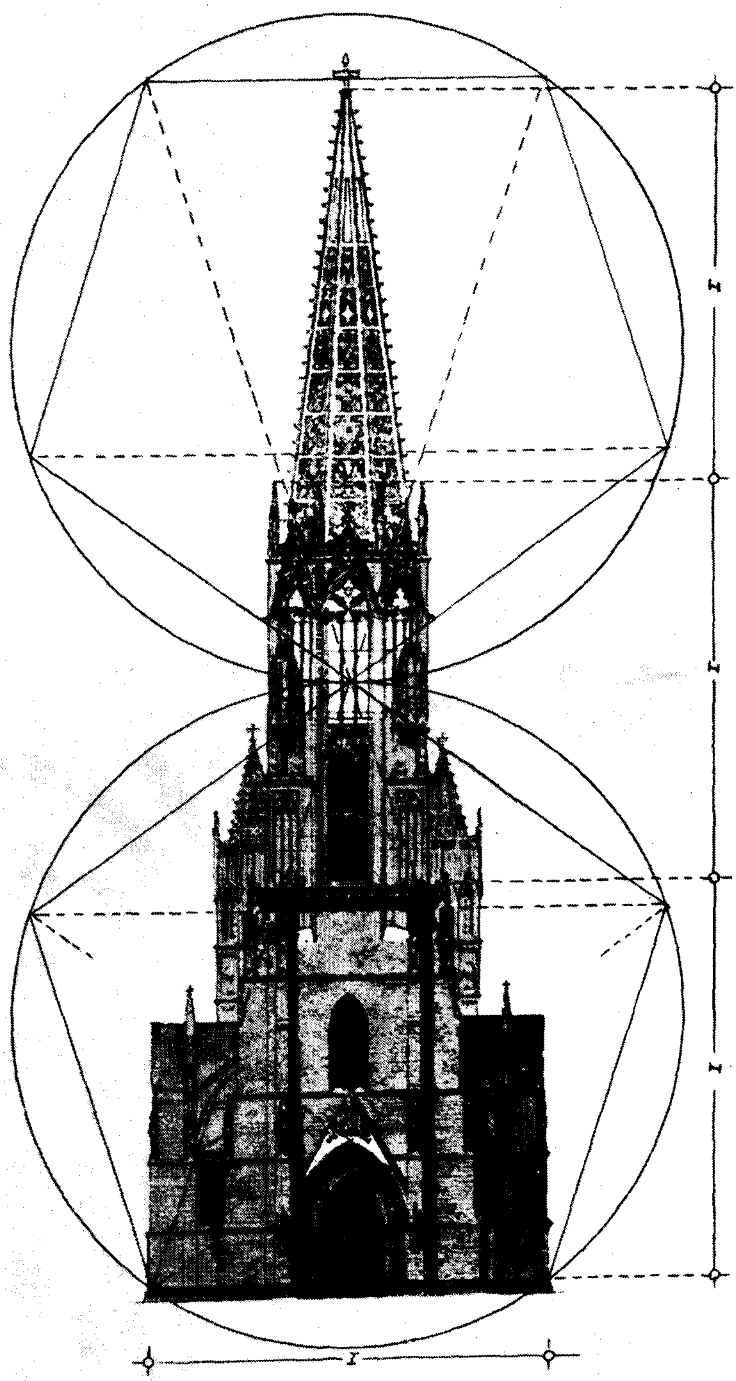
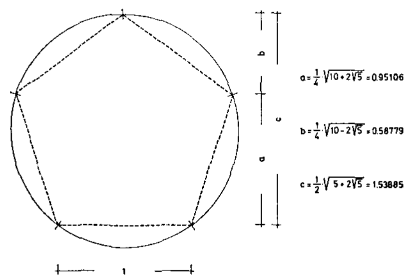


Abb. 12. Freiburg Münster, Proportionierung des Turmes (Kloeppel 1935).

und von da bis zum Fußglied OK der großen Kreuzblume.

Von Kreuzblumen (OK) der Fialen bis Fußglied (OK) der großen Kreuzblume
= (34,75) m
Diff.: 38,25 – (34,75)
= + (3,50) m;
+ (10,1) %
oder: von Sockel (OK) bis Fußglied (OK) der großen Kreuzblume
= (110,55) m
Diff.: 3 · 38,25 – (110,55)
= + (4,20) m;
+ (3,8) %

Über dem Grundmaß sind regelmäßige Fünfecke errichtet.



Sie bezeichnen die Konsolen (UK) der Sterngalerie,

Die Höhe der Punkte im Fünfeck
= 38,25 · 0,95106 = 36,38 m
Von Sockel (OK) bis Konsolen (UK) der Sterngalerie
= 35,20 m
Diff.: 36,38 – 35,20
= + 1,18 m;
+ 3,3 %

den ersten Ringanker im oberen Achtortgeschoß,

Die Höhe des Scheitelpunktes im Fünfeck
= 38,25 · 1,53885 = 58,86 m.
Von Sockel (OK) bis erster Ringanker im oberen Achtortgeschoß
= (56,90) m
Diff.: 58,86 – (56,90)
= + (1,96) m;
+ (3,4) %

den zweiten Kranz (OK) im Helm

Die Höhe der Eckpunkte im zweiten Fünfeck
= 38,25 · 1,53885 + 38,25 · 0,58779 = 81,34 m.
Von Sockel (OK) bis zweiter Kranz (OK) im Helm
= (78,24) m
Diff.: 81,34 – (78,24)
= + (3,10) m;
+ (3,9) %

und das Laub (UK) der großen Kreuzblume.

Die Höhe der Eckpunkte im zweiten Fünfeck
= 2 · 38,25 · 1,5388
= 117,72 m.
Von Sockel (OK) bis Laub (UK) der großen Kreuzblume
= (111,82) m
Diff.: 117,72 – (111,82)
= + (5,90) m;
+ (5,3) %

9. Otto Kletzl 1936

(Abb. 3 mit Deckblatt und S. 19) „Der ausgeführte Aufriß ist genau gedrittelt in diesen Höhen: Boden bis Mitte der Brüstung über dem Uhrgeschoß –

In der Figur (hier Abb. 13) ist diese Drittelung der Höhen zweifach enthalten: Auf der mittleren Meßlinie rechts des Turmes sind $^1/_3$ und $^2/_3$ in den mit dem Text übereinstimmenden Höhen markiert, die Endmarke liegt allerdings in der Windfahne oberhalb der Kreuzblume. Im Turmriß selbst sind die Drittel der Höhen mit je zwei gleichseitigen Dreiecken ausgewiesen; das erste Drittel endet nicht in der Mitte, sondern in der Oberkante der Sterngalerie-Brüstung; die Schlußmarke liegt wiederum nicht in der „Spitze" der Hauptkreuzblume, sondern in der Windfahne.

Ein Drittel der Turmhöhe, diese gemessen von Vorhalle (FB) bis Kreuzblume (OK)
= 115,12 : 3 = 38,37 m
Von Vorhalle (FB) bis Mitte der Sterngalerie-Brüstung
= (37,91) m
Diff.: 38,37 – (37,91)
= + (0,46) m;
+ (1,2) %

von da bis Spitze der Kreuzblume Oktogonwimperge am Helmfuß –

Von Mitte der Sterngalerie-Brüstung bis Kreuzblume (OK) der Achtortwimperge
= (38,31) m
Diff.: 38,37 – (38,31)
= + (0,06) m;
+ (0,2) %

von da bis Spitze der Hauptkreuzblume".

Von Kreuzblume (OK) der Achtortwimperge bis Hauptkreuzblume (OK)
= 38,90 m
Diff.: 38,37 – 38,90
= – 0,53 m;
– 1,3 %

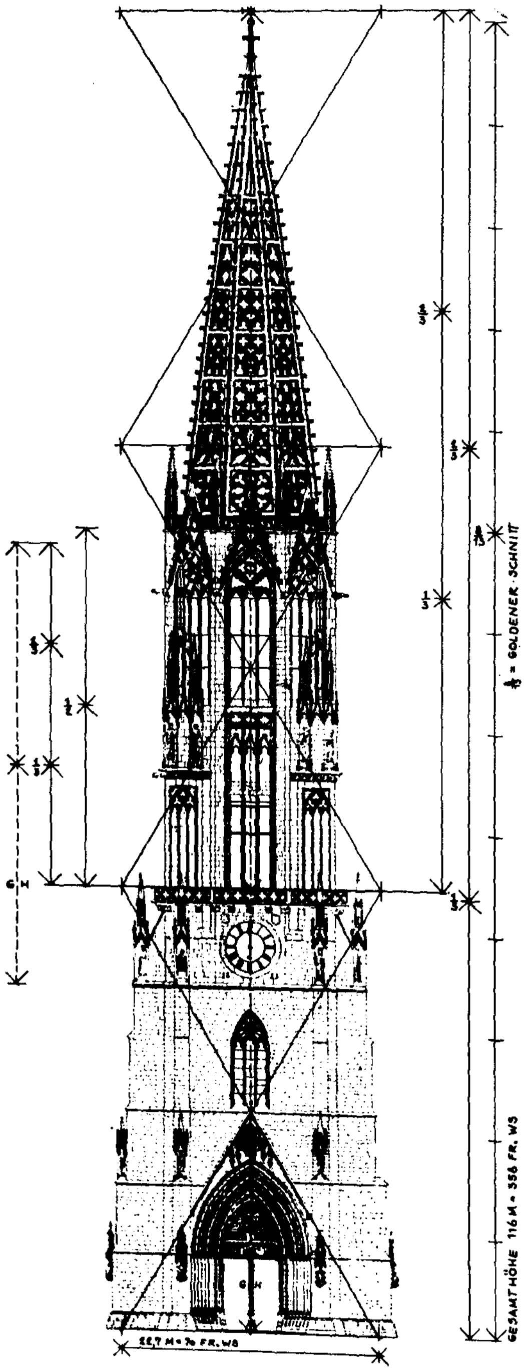


Abb. 13. Freiburg Münster, Proportionierung des Turmes (Kletzl 1936).

(S. 20) Im Aufriß des Turmes „ist der Abstand von Oberkante der Galerie bis Maßwerkkämpfer der Oktogonfenster genau ein Drittel der Gesamthöhe des Oberbaues;

Ein Drittel der Höhe des „Oberbaues", gemessen von Brüstung (OK) der Sterngalerie bis Kreuzblume (OK)

$= 76{,}53 : 3 = 25{,}51$ m

Von Brüstung (OK) der Sterngalerie bis Kämpferhöhe der oberen Fenster des Achtorts

$= 25{,}64$ m

Diff.: $25{,}51 - 25{,}64$

$= -\ 0{,}13$ m;

$-\ 0{,}5$ %

das zweite Drittel gibt die Mitte der fünften Helmzone".

Von Kämpferhöhe der oberen Fenster des Achtorts bis Mitte der fünften Helmzone

$= (25{,}25)$ m

Diff.: $25{,}51 - (25{,}25)$

$= +\ (\ 0{,}26)$ m:

$+\ (\ 1{,}0\ )$ %

(S. 20) „Das Wimpergdreieck über der Vorhalle ist ein sicheres Anzeichen dafür, daß wenigstens der erste Turmmeister den Aufriß mit Hilfe des gleichseitigen Dreiecks entwarf. Denn dieser Giebel bildet mit seinen Hauptkanten Teile eines solchen Dreieckes,

In der fotogrammetrischen Aufnahme Meydenbauers mißt der Scheitelwinkel des Wimpergs etwa 61°.

das über der mittleren Breite des Unterbaues als Basis errichtet werden kann ...

Die Länge dieser Basis nach K. = 22,7 m entsprechend 70 „Freiburger Werkschuh". ($70 \cdot 0{,}324 = 22{,}68$ m)

Dieses Dreieck zeigt beim zweiten Auftrag die Oberkante der Galeriebrüstung am Fuße des Oktogons an ...

Die Höhe dieser beiden Dreiecke über der genannten Basis

$= 2 \cdot 22{,}70 \cdot 0{,}866025$

$= 39{,}31$ m

Von Vorhalle (FB) bis Sterngalerie-Brüstung (OK)

$= 38{,}59$ m

Diff.: $39{,}31 - 38{,}59$

$= +\ 0{,}72$ m;

$+\ 1{,}8$ %

Der zweite Meister ... hat sogar seinen ganzen, so genial eigenartig auftretenden Plan dem Grundmaßdreieck seines Vorgängers eingeordnet! Tragen wir nämlich von der Oberkante der Brüstung über dem Uhrgeschoß die Höhe dieses Dreiecks noch viermal auf, so erreichen wir genau die Spitze der krönenden Kreuzblume ...

$4 \cdot 22{,}70 \cdot 0{,}866025 = 78{,}63$ m.

Von Sterngalerie-Brüstung (OK) bis Kreuzblume (OK)

$= 76{,}53$ m

Diff.: $78{,}63 - 76{,}53$

$= +\ 2{,}10$ m;

$+\ 2{,}7$ %

Entsprechend die gesamte Höhe des Turmes

$= 6 \cdot 22{,}70 \cdot 0{,}866025$

$= 117{,}95$ m.

Von Vorhalle (FB) bis Kreuzblume (OK)
= 115,12 m
Diff.: 117,95 – 115,12
= + 2,83 m;
+ 2,4 %

Von der Unterkante des Uhrgeschosses aus ... gibt die Höhe des Grundmaßdreieckes im ersten Auftrag die Oberkante des wichtigen Gesimses, von dem aus die das Oktogon begleitenden Hauptspornpfeiler sich in ein Bündel von Baldachinen auflösen".

An der linken Meßlinie links des Turmrisses ist die Grundmaßdreieck-Höhe mit GH bezeichnet.
GH = 22,70 · 0,866025 = 19,65 m
Von Gesims unter dem Uhrgeschoß (UK) bis Laubgesims (OK)
= 19,17 m
Diff.: 19,65 – 19,17
= + 0,48 m;
+ 2,5 %

(S. 21) „Mit dem zweiten Auftrag wird die Leibungsspitze der Oktogonfenster gewonnen ...

Von Laubgesims (OK) bis Leibungsspitze der Achtortfenster
= (19,45) m
Diff.: 19,65 – (19,45)
= + (0,20) m;
+ (1,0) %

Die durch das Grundmaßdreieck angezeigte Höhe des Schlußgesimses über den begleitenden Spornpfeilern bildet mit seiner Unterkante das genaue Drittel der Höhe des Oktogons vom Aufstand auf der Galerie am Helmfuß,

Der zwischen Text und Figur bestehende Widerspruch macht diese Mitteilung unverständlich. Entsprechend der oberen Begrenzung der in der Figur mit GH bezeichneten Strecke wäre „Oberkante" des Laubgesimses zu lesen und in der Figur wäre das obere Drittel der angesprochenen Meßlinie – es ist die mittlere der linken Gruppe – auf die zutreffende Länge zu bringen.

Ein Drittel der Strecke von Sterngalerie-Brüstung (OK) bis Achtortgalerie (FB)
= 31,45 : 3 = 10,48 m
Von Sterngalerie-Brüstung (OK) bis Laubgesims (OK)
= 10,51 m
Diff.: 10,48 – 10,51
= – 0,03 m;
– 0,2 %

und die Vierpaßblenden zwischen dem oberen und unteren Oktogonfenster sind gerade in der Mitte von dieser Höhe angeordnet".

Von Sterngalerie-Brüstung (OK) bis Mitte der Vierpaßblenden = (14,83) m.
Die Hälfte der Strecke von Sterngalerie-Brüstung (OK) bis Achtortgalerie (FB)
= 31,45 : 2 = 15,72 m
Diff.: 15,72 – (14,83)
= + (0,89) m;
+ (6,0) %

10. Walter Ueberwasser 1939

(Freiburg S. 28) „Der Turm wird, auch in seiner Außenansicht, von innen her, aus einem Innenmaß entwickelt ... Ein Viereck ABCD wird gezeichnet. Dann werden die Mauern darum gefügt. Wie dick sollen dieselben werden? Eine gotische Erfahrung leitet die Mauerdicke aus einem Quadrat ab, das, erst übereck gestellt, das Grundquadrat ABCD umschreibt — und dann dem ersten Viereck gleichgerichtet wird. (Um ABCD steht EFGH und wird gleichgerichtet IKLM). Die Mauern sollen durch Strebepfeiler gestützt werden. Auch deren Vorkragen wird aus einem nächst größeren, umschriebenen Quadrat abgeleitet, das sich, gleichgerichtet, als NOPQ darstellt. Man hat es also für Raum, Mauer, Strebepfeiler mit drei Maßen zu tun, die aus der Folge dreier Quadrate genommen werden. Mit einem ‚Gründlein' aus drei Quadraten ... bildet Roritzer um 1486 den Grundriß einer Fiale. Mit drei Quadraten ist um 1280 der Turmgrundriß von Freiburg entwickelt worden ... Als Grundriß wählen wir den Plan der Michaelskapelle, weil er die dort geltende Hauptpfeilerbreite klar erkennen läßt ..."

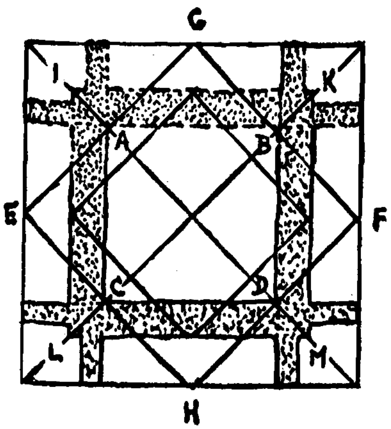


Abb. 14. Freiburg Münster, Proportionierung des Turmes (Ueberwasser 1939).

Die Seitenlängen der drei über Eck gestellten Quadrate verhalten sich wie $1 : \sqrt{2} : 2$. In nordsüdlicher Richtung mißt die Michaelskapelle i. L. = 11,02 m; die Seitenlängen der beiden folgenden Quadrate wären also 15,59 bzw. 22,05 m. Der Vierort außerkant

= (15,44) m

Diff.: 15,59 — (15,44)

= + (0,15) m;
+ (1,0) %

Zwischen den Stirnseiten der Strebepfeiler

= (21,64) m

Diff.: 22,05 — (21,64)

= + (0,41) m;
+ (1,9) %

Der Vierort ist nicht quadratisch; in ostwestlicher Richtung mißt die Michaelskapelle i. L. = 9,91 *m*; die Seitenlängen der beiden folgenden Quadrate müßten nun 14,01 bzw. 19,82 m messen.
Der Vierort außerkant

= 14,64 m

Diff.: 14,01 — 14,64

= — 0,63 m;
— 4,3 %

Vierort außerkant + doppelte Ausladung der westlichen Strebepfeiler

= 20,84 m

Diff.: 19,82 — 20,84

= — 1,02 m;
— 4,8 %

Der nicht quadratische Querschnitt des Vierorts läßt sich mit einer vom Quadrat ausgehenden Proportionsfigur nur näherungsweise vereinbaren.

(S. 29) In der Eingangshalle werden ... noch zusätzliche Verbreiterungen der Strebepfeiler vorgesetzt".

Mit der „Vierung über Ort" ist nur die Ausladung der Strebepfeiler zu erfassen. Gehen wir für die Nordsüdmaße wiederum von der lichten Weite der Michaelskapelle aus, so erhalten wir[21]):

Der Vierort außerkant
= 15,71 m
Diff.: 15,59 — 15,71
= — 0,12 m;
— 0,7 %

Zwischen den Stirnseiten der Strebepfeiler
= 24,81 m
Diff.: 22,05 — 24,81
= — 2,76 m;
— 11,1 %

Benützen wir aber die lichte Weite der Vorhalle (10,71 m) als Grundmaß — wie soll dieses zweite Grundmaß mit dem ersten zusammenhängen? — so wären die Seitenlängen der in der „Vierung über Ort" folgenden Quadrate 15,14 bzw. 21,42 m.

Der Vierort außerkant
= 15,71 m
Diff.: 15,14 — 15,71
= — 0,57 m;
— 3,6 %

Zwischen den Stirnseiten der Strebepfeiler
= 24,81 m
Diff.: 21,42 — 24,81
= — 3,39 m;
— 13,6 %

11. Adolf Wangart 1953

(S. 224) „... Langhaus, Turm und Chor sind mit einem genial erfundenen Maßsystem gebaut worden ... Das Maßsystem baut auf auf dem Freiburger Werkschuh oder Fuß ... Die gotischen Baumeister haben dieses Fußmaß von 32,4 cm Länge weiterentwickelt zu einem Ellenmaß von 54 cm ..." — (S. 225) „... die lichte Weite des Mittelschiffs ... beträgt 33 Fuß = 10,692 m ... Der gotische Baumeister ... gab zur Erlangung der gotischen Säulenachsen in der Süd-Nordrichtung beiderseits einen Fuß zu. So entstand ein Säulenabstand von 33 + 1 + 1 = 35 Fuß. Damit war das für gotische Bauten übliche Grundmaß geschaffen. Dieses Grundmaß ist für alle kommenden Baumeister absolut verpflichtend geworden. Es bestimmt eindeutig und sehr genau alle Baugrößen, nicht nur des Langhauses, sondern auch des Turmes und des Chores". — (S. 227) Dieses erste Grundmaß hat man „nach dem goldenen Schnitt geteilt und erhielt dadurch 11,34 m : 7,015 m = 7,015 m : 4,33 m ... Nun sind diese 7,015 m fast genau gleich der Höhe eines gleichseitigen Dreiecks von 15 Ellen = 25' = 300" = 8,10 m Seitenlänge. Die Höhe

21) Die folgenden Differenzen bleiben in der Zusammenstellung der Ergebnisse dieser Proportionierung außer Betracht.

dieses Dreiecks ergibt $15/2\sqrt{3} = 12{,}991$ Ellen oder praktisch = 13 E (Ellen) = 7,02 m ... Es war damit ein ganz außerordentlich genauer Näherungswert an den goldenen Schnitt erreicht, indem sich jetzt verhielt 21 E : 13 E = 13 E : 8 E ... Es entstand so gewissermaßen ein zweites Grundmaß von 13 E = 7,02 m". — (S. 229) „Es muß betont werden, daß diese Maßgrößen entgegen sonstigen Bauunregelmäßigkeiten am Bau sehr genau vorhanden sind".

(S. 226) „Der Turm hat bis Oberkante Kreuzblume ... 350′ = 210 E = 50 Kl (Klafter) = 113,40 m oder 5 · 70′ = 3 · 70 E = 10 · 5 Kl."	Von Vorhalle (FB) bis Kreuzblume (OK) = 115,12 m Diff.: 113,40 — 115,12 = — 1,72 m; — 1,5 %
(S. 227f.) „Auch dieses zweite Grundmaß überträgt sich in 10facher Größe auf den Turm. Der Pyramidenfuß liegt genau auf 10 · 7,02 = 70,20 m = 130 E.	Von Vorhalle (FB) bis Achtortgalerie (FB) = 70,04 m Diff.: 70,20 — 70,04 = + 0,16 m; + 0,2 %
Auch der Turm ist damit in seiner wichtigsten Zäsur nach dem goldenen Schnitt geteilt".	115,12 · 0,618033 = 71,14 m Diff.: 71,14 — 70,04 = + 1,10 m; + 1,5 %

Was hat die Überprüfung der elf Proportionierungen des Freiburger Münsterturms ergeben?

In der Übereinstimmung der Abmessungen eines Bauwerks mit den in einer Proportionsfigur vorgezeichneten Abmessungen, in der Koinzidenz der Paßpunkte also, sieht man den Beweis für die These. Wir haben die Thesenmaße den Baumaßen gegenübergestellt. Die Ergebnisse sind in Abb. 15 zusammengefaßt.

Von einer Koinzidenz der Paßpunkte, von einer Übereinstimmung der Thesenmaße und Baumaße also, ist bei keiner der zur Proportionierung des Freiburger Münsterturms benützten elf Varianten der These die Rede.

Nun ist dieser Münsterturm nicht der einzige Beweisgegenstand der These, vielmehr sind Proportionierungen der verschiedensten Bauten zu Hunderten veröffentlicht worden. Nichts spricht dafür, daß alle diese weiteren Belege auf andere Art zustande gekommen seien als die Proportionierungen des Freiburger Münsterturms.

Und da behauptet man, allein schon mit der Menge der veröffentlichten Proportionierungen sei die These als zutreffend erwiesen!

B. Zu einigen Ursachen des Fehlschlages

Die verschiedenartigsten Versuche, Maße und Maßverhältnisse des Freiburger Münsterturms aus einem Proportionsverfahren abzuleiten, sind fehlgeschlagen. Welcher Art sind die Ursachen des Fehlschlags? Fragen wir nach der „zulässigen" Toleranz, nach der Zuverlässigkeit der Bauaufnahmen und nach der Beweisfähigkeit des zeichnerischen Vorgehens.

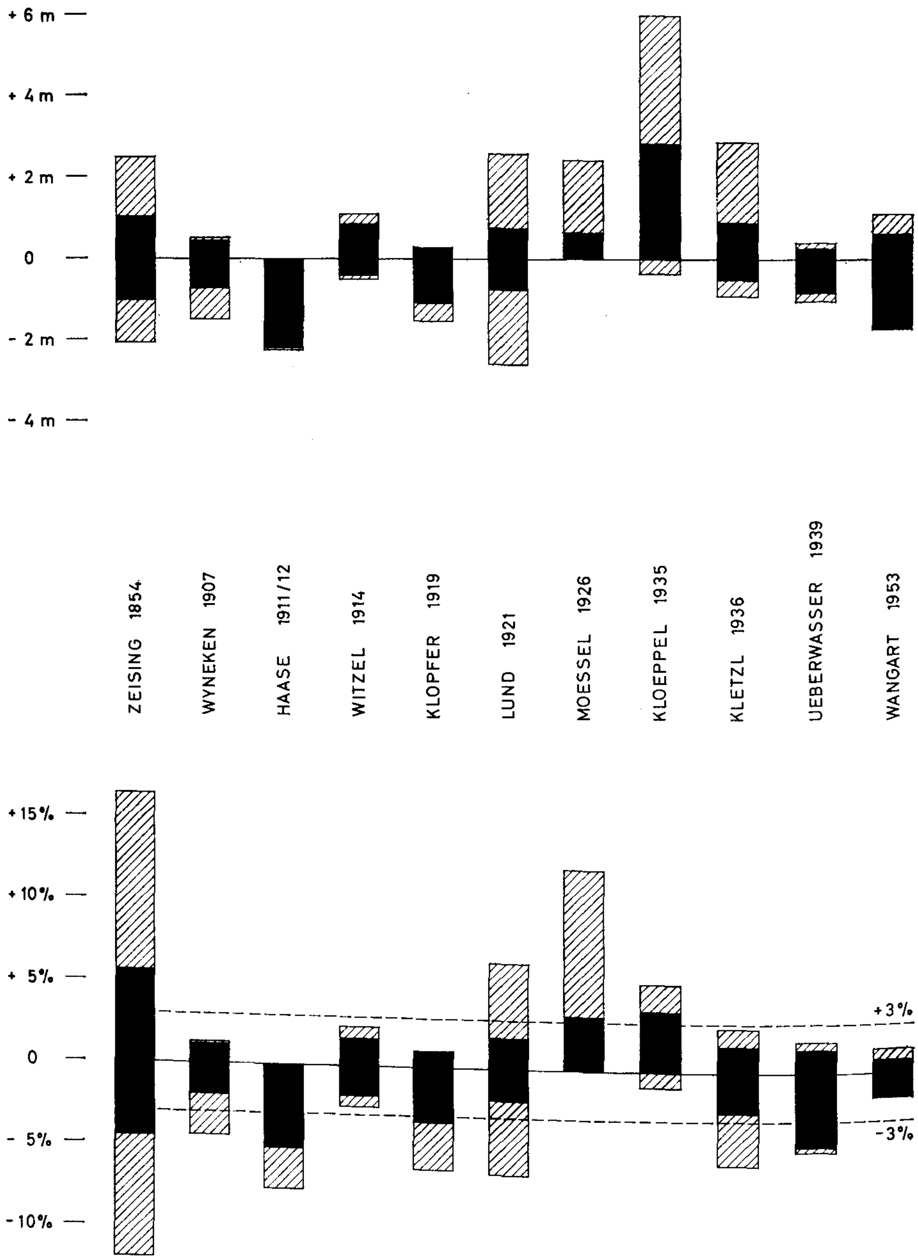


Abb. 15. Freiburg Münster, Proportionierung des Turmes. Mittlere und maximale Abweichungen der Thesenmaße von den Baumaßen, oben in m, unten in % der Baumaße.

1. Die Toleranz

Dem gotischen Architekten war nicht möglich, die im Entwurf — gleichgültig mit welcher Begründung — festgelegten Maße an der Baustelle mit vollkommener Genauigkeit zu verwirklichen und uns ist nicht möglich, die verwirklichten Maße mit vollkommener Genauigkeit zu erfassen. Bestünde die Toleranz ausschließlich aus der Summe der Bauungenauigkeit und der Meßungenauigkeit, so wäre sie wohl begründet.

Die Größenordnung dieser Toleranz abzuschätzen, ist nicht leicht. Zwar glauben wir zu wissen, mit welcher Genauigkeit man ein Bauwerk heute aufzumessen vermag. Wie es aber mit der Genauigkeit der gotischen Bauausführung steht, wissen wir nicht.

So schlecht wie die Proportionierungen unterstellen, steht es mit ihr gewiß nicht. Mißt man nämlich Größen, die am gleichen Bauwerk mehrfach vorkommen — Pfeilerhöhen etwa oder Jochmaße — so erhält man in aller Regel Werte, die nur um wenige Zentimeter voneinander abweichen.

Wie sehr man sich um ein maßgerechtes Bauen bemühte, berichten die Annalen der Mailänder Dombauhütte. Jean Mignot stand dort mit seinen Kollegen nicht im besten Einverständnis. In der Sitzung vom 11. Januar 1400 brachte er alles vor, was er der Bauleitung vorwerfen konnte[22]: Der südliche Strebepfeiler des Chorschlusses sei um zwei oder wenigstens reichlich um einen Zoll stärker als die übrigen und lade auf der einen Seite 1 Zoll weiter aus als auf der anderen[23], ein weiterer Strebepfeiler sei um 3 Zoll zu breit und um 2 Zoll zu lang, an der Sakristei habe ein Strebepfeiler um 1 oder 2 Zoll verschiedene Maße und dergleichen mehr. Im September des folgenden Jahres stellte sich allerdings heraus, daß ein unter Mignots Aufsicht hergestelltes Kapitell um $1^1/_2$ Zoll höher ausgefallen war als die übrigen[24]. Am 22. Oktober wurde Mignot fristlos entlassen[25]. — Aus diesen Nachrichten ist zu lernen, daß es als Kunstfehler galt, ein Sollmaß an der Baustelle um 0,05 bis 0,10 m zu verfehlen.

Daß die Baumaße von den Sollmaßen um die Bauungenauigkeit abweichen, ist selbstverständlich. Die Proportionierungen des Freiburger Münsterturms bieten jedoch Thesenmaße, die von den Baumaßen um etliche Dezimeter oder gar um einige Meter abweichen. Abweichungen dieser Größenordnung kann man nicht mehr als „Bauungenauigkeit“ bezeichnen, noch weniger kann man solche Abweichungen unter dem Schutzmantel der Bezeichnung „Bauungenauigkeit“ als für die Beweisführung unerhebliche Größen beiseite legen, denn in diesen beträchtlichen Abweichungen sind außer der Bau- und Meßungenauigkeit jeweils auch die Differenzen enthalten, um die ein irrig begründetes Thesenmaß vom Baumaß abweicht.

---

22) Annali I S. 202ff. Es geht um die Punkte 22, 27, 28, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37 und 46 des Protokolls.

23) Die Mailänder Elle, die etwa 59,5 cm entspricht, ist in 12 Zoll geteilt (Enciclopedia italiana, VII, Mailand 1930, S. 649).

24) Annali I, S. 233, 236.

25) Annali I, S. 237.

Nun haben wir drei Größen zur Hand, das Sollmaß, das Baumaß und das Thesenmaß. Innerhalb der Grenzen der Meßgenauigkeit ist uns nur das Baumaß bekannt. Dieses Baumaß über die — nach Aussage der Mailänder Protokolle nicht erhebliche — Bauungenauigkeit aus einem Sollmaß abzuleiten, genauer: das Baumaß auf seinen im Entwurfsvorgang begründeten, uns einstweilen unbekannten Ursprung zurückzuführen, heißt diesen Ursprung aufzudecken. Ein Hilfsmittel dies zu erreichen, ist die Arbeitshypothese. Halten wir fest: Das aus der Arbeitshypothese hervorgehende Thesenmaß darf vom Baumaß nur um den Betrag der Bau- und Meßungenauigkeit abweichen. Erst wenn diese Bedingung erfüllt ist, darf das Thesenmaß als Sollmaß angesprochen und darf die These als zutreffend bezeichnet werden. Es geht also darum, den Wahrheitsgehalt der These mit Hilfe einer dazu geeigneten Methode zu überprüfen und jeden Abschnitt der These so oft schrittweise zu berichtigen, bis das Thesenmaß nur noch um die Bau- und Meßungenauigkeit — dies ist der Inhalt und die Größe der in Wirklichkeit zulässigen Toleranz — vom Baumaß abweicht.

Wie äußert sich die Proportionsliteratur zu diesem Problem ?

Sulpiz Boisserée 1823 (S. 3): „... so beträgt der Unterschied des wirklichen Maßes an dem Gebäude gegen die angeführte Figur etwa nur zwei Siebenzehntel eines Teiles, was unbedeutend ist. Überhaupt werden die Verhältnisse der Baukunst in der Ausführung nie so haarscharf beobachtet; schon aus technischen Ursachen ist es nicht möglich; daher finden wir denn auch an dem Domgebäude wie an den vollkommensten Denkmalen der griechischen und römischen Kunst in mehreren Teilen solche kleine Abweichungen“[26]).

W. Schultz 1891 (S. 54): Analoge Baumaße differieren, weshalb „nicht übertrieben hohe Anforderungen an die Genauigkeit der Übereinstimmung zwischen den Messungsergebnissen und den mathematisch richtigen, beabsichtigten Abmessungen und Verhältnissen gestellt werden dürfen. Letztere sind bei der Bauausführung bereits durch Näherungswerte ersetzt, und nun kommen die unvermeidlichen Meßfehler hinzu. Freilich können beide Fehler im einzelnen Falle sich nahezu ausgleichen, ebenso aber durch Addierung sich vergrößern“.

Georg Dehio 1895 (Proportionsgesetz, S. 12, 13, 33): Ist das Thesenmaß größer als das entsprechende Maß der Bauzeichnung, so ist dies ein „freier Überschuß“.

Alhard v. Drach 1897 (S. 8): „Die zulässige Fehlergrenze wird man indessen nicht zu eng ziehen dürfen, da ... für die damaligen Hilfsmittel viel mehr Schwierigkeiten vorhanden waren, die Sache ins Große zu übertragen als heute. Ungenauigkeiten konnten kaum vermieden werden“.

Karl Witzel 1914 (S. 17): „Die zulässige Fehlergrenze darf man indessen nicht zu eng ziehen, da bei den damaligen Hilfsmitteln die Übertragung ins Große viel mehr Schwierigkeiten als heute machte und Ungenauigkeiten kaum vermieden werden konnten“.

Julius Haase 1917 (München, S. 37): „Da das Verhältnis von Basis zu Höhe des $\pi/4$-Dreiecks ein irrationales ist, ... muß zum Rechnungsausgleich gegenüber den in Wirklichkeit durch geometrische Konstruktion, besonders bei großen Längen, ermittelten Maßen, das Rechnungsergebnis abwechselnd innerhalb eines Fußes nach oben oder unten abgeglichen werden“.

---

[26]) Die genannte Abweichung beträgt etwa 0,75 m.

Julius Haase 1917 (Magdeburg, Sp. 62): „Die Auf- und Abrundungen der bisher entwickelten Hauptmaße, etwa in den Grenzen eines halben Fußes, sind als zulässig vorgenommen und werden auch später noch erfolgen, weil etwa nur in dieser Genauigkeit Messungen bei großen Maßen an den Aufnahmezeichnungen ratsam sind, Schwankungen bei den in Betracht kommenden Längen in der Ausführung ohnehin leicht vorkommen, die rechnungsmäßige Ermittlung auf irrationalen Beziehungen ruht, deren Ergebnisse sich im Einheitsmaß nicht kommensurabel ausdrücken lassen und die vom Baumeister anscheinend gewollten Maßbeziehungen erst bei dem auf- oder abgerundeten Endresultat klar hervortreten".

Wilhelm Funk 1938 (S. 126): Für die Abmessungen von Altarretabeln gilt als „zulässiger Höchstfehler 1,5 cm bzw. 2% ..."

Ernst Mössel 1938 (S. 395f.): „Dabei ist zu bedenken, daß Abweichungen, die unter etwa 2 Hundertteilen bleiben, vom Auge nicht mehr wahrgenommen werden können und daß Abweichungen unter 2–3 Tausendteilen bei dem werktechnischen Vorgang des Bauens und Bildens und ebenso auch bei den Aufmessungen gar nicht vermieden werden können. Stellt man also eine Abweichung des gerechneten Maßes von dem zweiten gemessenen Maß fest, die nicht mehr als etwa 3 Tausendteile beträgt, so darf man behaupten, daß volle Übereinstimmung besteht und daß das Maßverhältnis des Bauwerkes oder Bildwerkes dem geometrischen Maßverhältnis entspricht"[27]).

Franz Geiger 1952 (S. 23): „Die Maßforscher haben sich damit abgefunden, daß Fehler, das heißt Unterschiede des gerechneten und gemessenen Maßes, bis zu 1 vom Hundert zu erwarten sind".

Karl Freckmann 1965 (S. 180, Anm. 10): „Wenn wir zeigen wollen, wie der Baumeister entworfen hat, müssen wir kleinere Unregelmäßigkeiten in Kauf nehmen, die stets und bei allen Bauten vorkommen". — (S. 58) „... Unterschiede bis zu 1% zwischen gerechnetem und gemessenem Maß [werden] ganz allgemein von den Maßforschern als unvermeidlich angesehen".

Edgar Wedepohl 1967 (S. 288) „Gewiß darf Toleranz nicht bis zur Willkür gehen. Die Grenze des Ungefähr liegt aber nach meiner Erfahrung erst bei 2 bis 3%."

Ein Jahrhundert lang hatte man mit augenscheinlichem Erfolg proportioniert, ehe man auf den Gedanken kam, nach der zulässigen Toleranz überhaupt zu fragen. Und bis zum heutigen Tage ist man überzeugt, Inhalt und Größe der Toleranz seien nicht in den Sachverhalten des Problems begründet, sondern seien als ein Quodlibet anzusehen, über dessen Größe man sich in kollegialer Absprache einigen könne unter Proportionsbeflissenen, von denen keiner dieses Quodlibet bisher benützt hat, den Wahrheitsgehalt seiner These in allen ihren Teilen zu prüfen.

Schlimmer noch: Mössel unterschied zwischen dem Augenmaß des Betrachters, dem 2 bis 3% Unsicherheit zukomme und den werktechnischen Vorgängen des Bauens, die ein Sollmaß bis auf 2 oder 3‰ einzuhalten gestatten. Er argumentierte aber nicht mit der Toleranz der Bauausführung, sondern mit der des Augenmaßes. Mössels Nachfolger glaubten, diese Bedingung des Beweisverfahrens strenger zu fassen, als sie die zulässige Toleranz des Augenmaßes einschränkten: Funk entschied sich für 2%; Geiger und Freckmann wollten noch 1% gelten lassen, Wedepohl sah sich wieder mit 2 bis 3% zufrieden gestellt.

[27]) 1926, S. 10, hatte *Mössel* „Abweichungen, die unter 2–3 Hundertteilen bleiben" als dem Auge nicht mehr wahrnehmbar bezeichnet.

Ziehen wir zum Vergleich jene Toleranzen heran, die wir in den Proportionierungen des Freiburger Münsterturms aufgedeckt haben: Ein Drittel dieser Werte ist größer als 3 %, die Hälfte ist größer als 2 %, drei Viertel sind größer als 1 %; größer als 3 ‰ — diesen Grenzwert nannte Mössel für die Bauungenauigkeit — sind 78 von 80 Werten.

Versucht man das Problem empirisch zu lösen, so hat die Einhaltung der Toleranz als die erste Spielregel zu gelten. Was soll aber eine Spielregel, die nicht eingehalten wird, die also auf das Beweisverfahren ohne Einfluß bleibt, weil ihre Einhaltung bei diesem Vorgehen auf keine Weise zu kontrollieren ist? Weshalb hat man die im Beweisverfahren nutzlose Toleranz überhaupt proklamiert? Tat man dies etwa in der Absicht, bei sich selbst und bei gutgläubigen Lesern Vertrauen zu wecken?

Da wird eingewendet, zumindest Mössel habe die Toleranzen seiner Freiburger Proportionierung aufs genaueste kontrolliert und habe sie in engsten Grenzen gehalten, was allein schon aus den von ihm spaltenlang angeführten Differenzwerten hervorgehe, die im wesentlichen aus Nullen hinter dem Komma bestehen. Der Einwand ist berechtigt. Allerdings: Wer in Proun (oder wie man dies nennen soll) und nicht in Prozent rechnet, erhält immer zwei Nullen mehr. Wichtiger als die schöne Optik ist die Frage nach der Herkunft der beiden Werte, deren Differenz hier ausgewiesen wird. Die Thesenmaße hat Mössel aus der regelmäßigen 20-Teilung des Kreises abgeleitet, die Baumaße hat er bei Dehio-Bezold „mit möglichster Sorgfalt aus dem Maßstab gestochen"[28]. Sollte Mössel gelungen sein, mit dem Stechzirkel Maße in der hier zu fordernden Genauigkeit abzugreifen, was, wie die Erfahrung zeigt, nicht möglich ist, so hätte er die exakten Maße dieser Zeichnung ermittelt. Sollten die Maße dieser Zeichnung überdies mit den Baumaßen des Münsterturms identisch sein, so wäre alles gut. Wären aber die abgestochenen Maße mit den Maßen der Zeichnung nicht identisch und (oder) wären die Maße der Zeichnung mit den Baumaßen nicht identisch, so hätte Mössel nicht den Freiburger Münsterturm — er hätte mit leidlicher Genauigkeit Dehio-Bezold proportioniert.

Diese Fehlerquellen mußten Mössel und allen, die es ihm — mit oder ohne Kontrollrechnung — nachtaten, bekannt sein, denn vor ihnen haben bereits Schultz 1891 (S. 4), Mohrmann 1897 (S. 66), Hasak 1912 (S. 211) und Staatsmann 1910 (I S. 152) gewarnt. Wie es scheint, ohne Erfolg.

Wie steht es nun um die Zuverlässigkeit der stellvertretend für das Bauwerk benützten Aufrisse des Freiburger Münsterturms?

2. Die Zuverlässigkeit der Bauaufnahmen

Den Proportionierungen des Freiburger Münsterturms liegen Bauaufnahmen zu Grunde. In diesen Zeichnungen alle zum Auftragen einer Bauaufnahme erforderlichen Maße nachzuprüfen und die Ergebnisse dieser Kontrollen im einzelnen auszuwerten, würde im Messen und im Rechnen einen Aufwand kosten, der mit dem zu erwartenden Ergebnis in keinem Verhältnis stünde. Wir haben uns daher mit der Kontrolle von 7 Hauptmaßen begnügt.

28) *Mössel* 1926, S. 13.

Es sind dies in der Horizontalen:

1. Die Turmbasis oberhalb des Sockels zwischen den Stirnflächen der seitlichen Strebepfeiler.
2. Die Breite des Vierorts oberhalb des Sockels.
3. Das Achsmaß der westlichen Strebepfeiler.
4. Die Breite des Achtorts (über alles gemessen).

Dazu in der Vertikalen vom Fußboden der Vorhalle ($\pm$ 0)

5. bis zum Fußboden der Sterngalerie,
6. bis zum Fußboden der Achtortgalerie,
7. bis zum Scheitel der Kreuzblume des Helms.

Diese Strecken und die Meßlinien der Zeichnung wurden mit einem Koordinatographen des Instituts für Fotogrammetrie und Kartographie der Technischen Universität Braunschweig vermessen[29]). So ließen sich die in den Zeichnungen niedergelegten ,,Baumaße" weit genauer als durch Abgreifen mit dem Stechzirkel ermitteln[30]). Diese ,,Baumaße" wurden den wirklichen Baumaßen gegenübergestellt. Hier die Ergebnisse:

Adolf Zeising 1854 benützte eine Zeichnung unbekannter Herkunft, weshalb nicht die Vorlage, sondern Zeisings Figur selbst (etwa 1 : 775) vermessen wurde. Auf die wirklichen Baumaße bezogen betragen die Abweichungen der Hauptmaße in der genannten Reihenfolge + 0,07, + 0,65, + 0,28, + 1,15, — 0,25, — 0,51, + 2,33 m.

Karl Wyneken 1907 benützte eine Meßbildaufnahme, die 1890 unter der Aufsicht von A. Meydenbauer entstanden war. Diese Aufnahme, in dem von Friedrich Kempf 1914 im Maßstab etwa 1 : 310 veröffentlichten Druck vermessen, ergibt: + 0,03, + 0,05, — 0,01, + 0,17, + 0,06, + 0,07, + 0,04 m.

Karl Witzel 1914 nannte als Quelle die ,,Denkmäler der Baukunst, zusammengestellt, gezeichnet und herausgegeben vom Zeichenausschuß der Architekturstudenten der Techn. Hochschule Berlin". Die fragliche Tafel (Lieferung XIV, Blatt XV) hat den Maßstab 1 : 200[31]). Die Abweichungen: — 0,37, — 0,04, — 0,09, — 0,30, — 0,29, — 0,79, + 0,68 m. — Der Aufriß des Zeichenausschusses geht seinerseits auf einen Riß zurück, den Georg Moller 1836 im Maßstab etwa 1 : 213 veröffentlicht hat. Die Abweichungen dieses Risses: — 0,04, + 0,08, — 0,03, — 0,10, — 0,19, — 0,24, + 1,46 m.

---

[29]) Stereoautograph 1318 der Firma Jenaoptik (Ablesegenauigkeit 0,01 mm). — Herrn Prof. Dr.-Ing. *Walther Hofmann* habe ich für das mir stets erwiesene Entgegenkommen sehr zu danken.

[30]) Papier hat die unangenhme Eigenschaft, nicht maßhaltig zu sein. Die Längenänderungen sind überdies in den beiden Hauptachsen verschieden. Für Bauaufnahmen, die wie üblich nur eine Meßlinie besitzen, sind die Längs- und die Quermaße notgedrungen aus derselben Meßlinie abgeleitet. Wo auch diese fehlt, ist das an erster Stelle genannte Hauptmaß — Turmbasis oberhalb des Sockels zwischen den Stirnflächen der seitlichen Strebepfeiler — dem Baumaß — 24,81 m — gleichgesetzt.

[31]) Herr Prof. Dr. *Reuther* war so liebenswürdig, mir dieses selten gewordene Blatt zugänglich zu machen.

Paul Klopfer 1919 bot eine Faustskizze (im Druck etwa 1 : 1750), in welcher die seitlichen Tabernakel des Uhrgeschosses mit dem Vierort des Turmes nicht in Verbindung stehen. Dieser Irrtum weist auf Dehio-Bezold als Vorlage[32]). Die Abweichungen der Vorlage: + 0,01, + 0,31, — 0,45, + 0,32, — 0,88, — 1,26, + 2,40 m.

Frederik Macody Lund 1922 und **Ernst Mössel 1926** benützten ebenfalls die Tafel bei Dehio-Bezold.

Otto Kloeppel 1935 stützte sich auf eine Unterlage, die anscheinend auf Moller zurückgeht. Für Kloeppels Figur (etwa 1 : 710) lauten die Abweichungen: (24,81 m), + 0,06, + 0,07, — 0,18, — 0,18, — 0,67, + 0,91 m.

Otto Kletzl 1936 benützte nochmals die Meydenbauer'sche Aufnahme.

Was ist das Ergebnis dieser Kontrolle? In Abb. 16 ist für jeden der vermessenen Risse das Maximum und das Mittel der positiven bzw. negativen Abweichungen — oben in m, unten in % des Baumaßes — angegeben. Nur die Meydenbauer'sche Aufnahme stimmt mit dem Bauwerk nahezu vollkommen überein. Alle weiteren Aufnahmen weisen in den 7 Hauptmaßen erhebliche Abweichungen vom Bauwerk auf.

Von dieser unbestreitbaren Fehlerquelle haben sich die Proportionsbeflissenen offenbar keine Kenntnis verschafft, denn — wie gesagt — Wyneken 1907 stützte sich auf Meydenbauer; Witzel 1914 benützte ein verbessertes Derivat Mollers; Klopfer 1919, Lund 1921 und Mössel 1926 hielten sich an Dehio-Bezold; Kloeppel 1935 vertraute einer nicht faßbaren Umzeichnung nach Moller (?); Kletzl 1936 griff wieder auf Meydenbauer zurück.

Die beste Aufnahme stand längst zur Verfügung, als man den Proportionierungen noch immer untaugliche Zeichnungen zu Grunde legte, obwohl man stillschweigend unterstellte oder expressis verbis versicherte, nur die zuverlässigsten Aufnahmen benützt zu haben:

Ernst Mössel 1931 (Anm. 11): „Obwohl es also überflüssig erscheinen möchte, will ich doch bemerken, daß ich die größte Sorgfalt darauf verwendet habe ..., die besten erreichbaren Unterlagen zu gewinnen."

Wie will man denn entscheiden, welche die beste unter den erreichbaren Unterlagen sei? Wer sich eine Zeichnung ansieht, mag die Geschicklichkeit und den Sachverstand des Zeichners abschätzen, aber die Maßgerechtigkeit einer Zeichnung ist nur in der Gegenüberstellung von Planmaß und Baumaß zu beurteilen. Den Gedanken, die Zuverlässigkeit der Bauaufnahmen und mit ihr eine grundlegende Voraussetzung der Proportionierung prüfen zu müssen, sucht man in der Proportionsliteratur vergebens.

Wozu sollte man sich die Mühe einer solchen Prüfung auch machen? Die erhebliche und nach Bedarf zu vergrößernde „zulässige" Toleranz garantiert ja den Erfolg unter allen Umständen. So genügte es, die nächstbeste Unterlage auf ein Reißbrett zu spannen und mit der Zeichenarbeit zu beginnen.

---

32) *Dehio-Bezold* 1901, Taf. 481 (etwa 1 : 400).

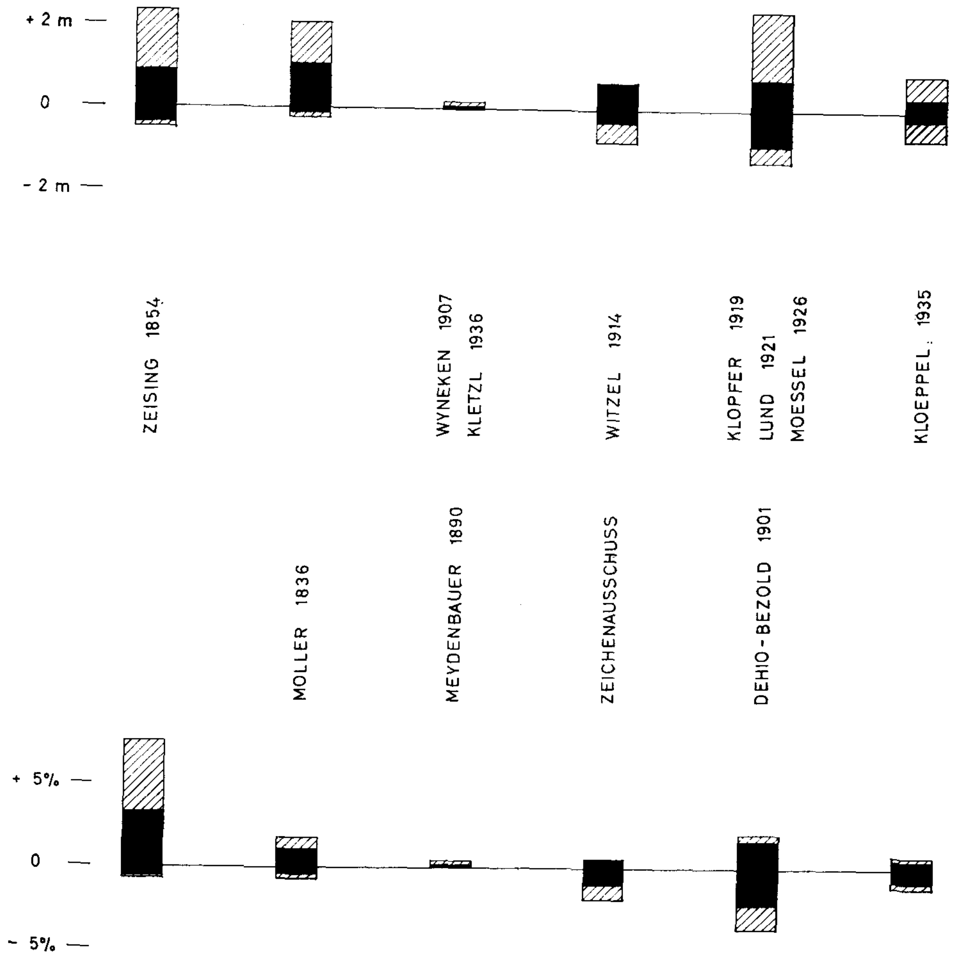


Abb. 16. Freiburg Münsterturm. Mittlere und maximale Abweichungen der Planmaße von den Baumaßen, oben in m, unten in % der Baumaße.

3. Die Zeichengenauigkeit

Über irgend einem Riß wird eine Proportionsfigur gezeichnet. Stimmen Riß und Figur in diesen und jenen Paßpunkten überein, so gilt diese Übereinstimmung als Beweis für die These.

Die These wird in etlichen Varianten vertreten. Maße, die aus der einen oder aus der anderen Variante der These abgeleitet sind, erreichen aber nicht selten nahezu denselben Streckenwert, was längst bekannt ist:

Walter Thomae 1933 (S. 12): Es ist „ratsam, auf eine nahe Beziehung zwischen dem System der Quadrate und dem der gleichseitigen Dreiecke hinzuweisen, welche natürlichen (mathematischen) Ursprungs ist ... Im gleichseitigen Dreieck ist nämlich die Höhe $a/2\ \sqrt{3}$, das Verhältnis h : a nahezu 7 : 8, mit einem Abzug von etwa 1 Prozent. Auf einer Papierfläche, wie sie unsere Publikationen aufweisen, und bei der verhältnismäßigen

Dicke der Linien unserer Federzeichnungen ist die Differenz wenig zu bemerken ... Wird daher der kleine Fehler aus irgend einem Grunde ignoriert ..., so müssen zahlreiche Fixpunkte oder wenigstens Linien des Baues in beide Systeme fallen, so daß diesen Koinzidenzen jede Beweiskraft zugunsten der einen oder anderen fehlt".

Auch hier liegt eine der Ursachen dafür, daß — nicht nur für den Aufriß des Freiburger Münsterturms — über ein- und derselben Bauzeichnung mehrere, sich widersprechende Proportionierungen entwickelt werden konnten. Daher die Frage: Mit welcher Genauigkeit läßt sich eine geometrische Proportionsfigur auf dem Reißbrett darstellen? Genauer gefragt: Hat die graphische Proportionierung als beweisfähiges Verfahren zu gelten?

In der Absicht, diese Frage zu beantworten, könnte man einen Riß samt der zugehörigen Proportionsfigur optisch ausmessen. Die Auswertung der beiden Messungen wäre umständlich und wenig anschaulich.

Man kann auch anders vorgehen: Die Proportionsliteratur bietet ja neben dem geometrischen Verfahren auch arithmetische Verfahren an. Sollten wir einen Riß ausfindig machen, der mit beiden Verfahren zugleich entschlüsselt wurde, so hätten wir nicht nötig, eine außerhalb der Proportionierung liegende Messung und deren Auswertung ins Spiel zu bringen, vielmehr erhielten wir beide Werte, die wir einander gegenüberstellen wollen, aus derselben Hand. Läge der proportionierte Riß überdies in einem Maßstab vor, der eine große, d. h. genaue Darstellung der Proportionsfigur zuläßt und wäre diese Figur überdies von einem subtilen Zeichner gefertigt, so hätten wir für unser Vorhaben die glücklichsten Bedingungen beisammen.

Alle diese Bedingungen sind vollkommen erfüllt in dem von Julius Haase proportionierten Grundriß des Kölner Domes (Haase 1911—19 VII S. 135, hier Abb. 17).

Haase behauptet zum einen, in der Längs- wie in der Querrichtung seien Abmessungen dieses Grundrisses gleich einem rationalen Vielfachen der seit Boisserée für den Kölner Dom unterstellten Maßeinheit[33]). Zum anderen errichtet er über solchen rational benannten Strecken geometrische Figuren, deren Höhen — in der gewählten Maßeinheit ausgedrückt zwangsläufig irrationale Werte — den für diese Strecke ebenfalls angegebenen rationalen Werten gleich sein sollen.

Daß ein irrationaler Wert mit einem rationalen Wert niemals identisch sein könne, hat Haase nicht bedacht. Von der unzulässigen Gleichsetzung rationaler und irrationaler Werte, die sich durch die gesamte Proportionsliteratur hinzieht, wird an anderer Stelle zu sprechen sein.

Hier geht es nur darum festzustellen, wie groß die Differenz zwischen zwei vom gleichen Zeichner genannten Maßen sein kann, wenn dieser Zeichner vor sienem Reißbrett von der Übereinstimmung der beiden Maße überzeugt sit[34]).

---

33) *Boisserée* 1823, S. 18: „Zum Maß nahm er [der Baumeister der kölnischen Domkirche] den damals sehr gebräuchlichen zehnzölligen römischen Fuß, welcher gleich ist 130 Linien des alten französischen Fußes". 130‴ des Pied du Roy = 29,32 cm.

34) *Haase* 1911—1919 (VII S. 143) „Die Annahme, daß die Triangulatur als Unterlage für die Abmessungen des Dombaues gedient habe, muß sich ... bestimmt und ohne Zwang nachweisen lassen".

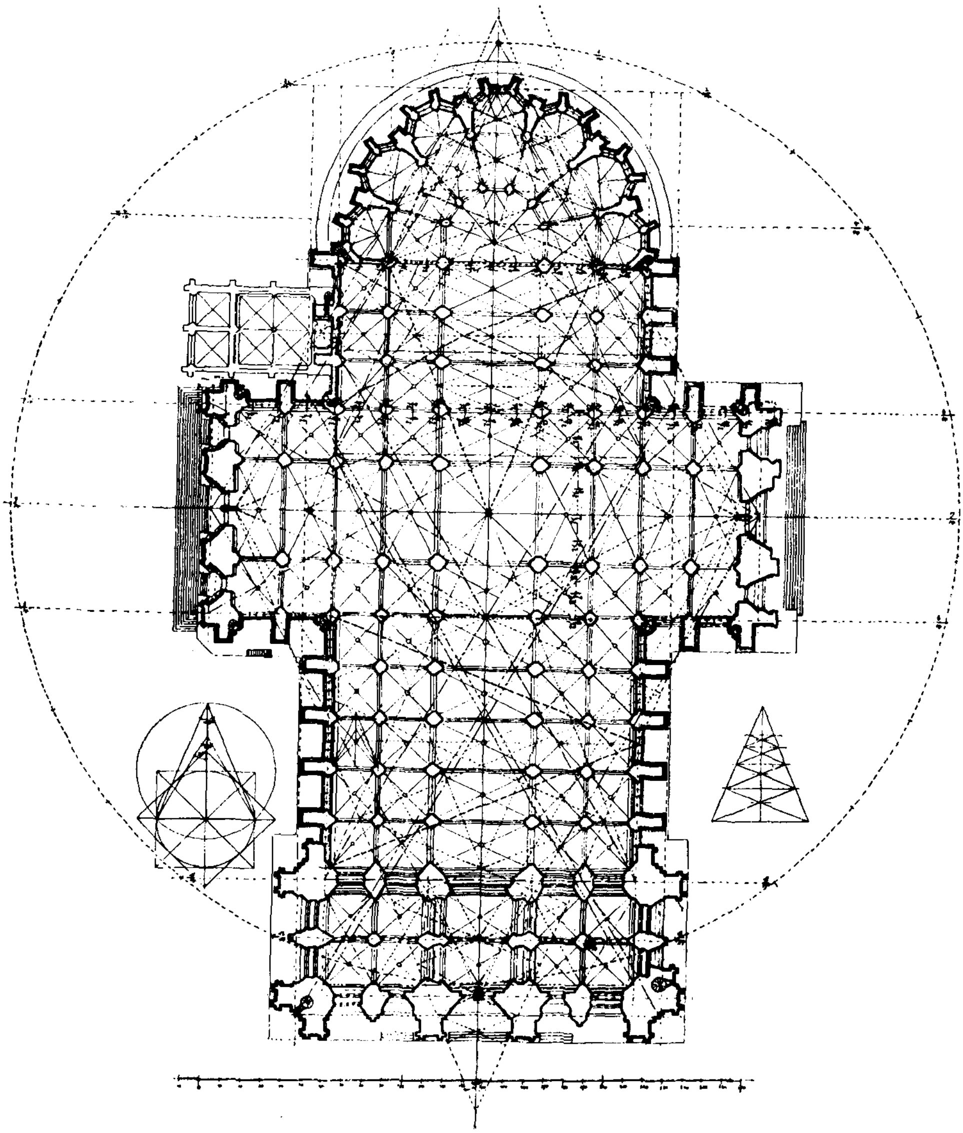


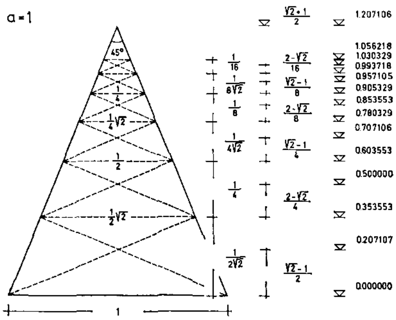
Abb. 17. Köln Dom, Proportionierung des Grundrisses (Haase 1914–1919, Bd. VII).

1. (S. 134) „... die Kernpunkte der Seitenschiff-Pfeiler auf der Chorbasis ... Errichtet man auf der gleichen Basis das $\pi/4$-Dreieck in westlicher Richtung, so wird außer den Gewölbemitten bzw. Schlußsteinen der in Betracht kommenden nächsten Teile des Mittelschiffs und der Seitenschiffe vor allem bestimmt:

Aus den von Haase genannten Maßzahlen geht hervor, der Domgrundriß sei über einem quadratischen Raster der Maschenweite 25′ ausgetragen und die Breite des Querhauses messe in den Mauerachsen 104′.

Als Proportionsfigur ist v. Drach's abgelotetes $\pi/4$-Dreieck benützt; die Basis

Die Mittellinie der östl. Querhausmauer und als sehr wichtiger Punkt der Schnittpunkt der Längsachse des Querhauses mit der Längsachse des Langhauses und zwar durch die Spitze des $\pi/4$-Dreiecks.“



2. (S. 135) „Errichtet man im Zuge der Längsachse des Domes im Querhause auf der Basis von 104′ nach Norden und Süden je ein gleichseitiges Dreieck, so des Dreiecks entspricht 4 Maschenweiten des Rasters $= 100'$

Von der Basis des Chorschlusses zur Achse des 2. Langchorjochs (geometrisch) $= 100{,}00 \cdot 0{,}353553 = 35{,}35'$.

Dasselbe Maß (arithmetisch)

$= \quad 1{,}5 \cdot 25{,}00 = 37{,}5'$

Diff.: $\quad 35{,}35 - 37{,}5$

$= - \quad 2{,}14'$

$= - \quad 0{,}62$ m;

$= - \quad 5{,}7\ \%$

Von der Basis des Chorschlusses bis zur Pfeilerachse des 1./2. Langchorjochs (g)

$= \quad 100{,}00 \cdot 0{,}5 = 50'$.

Dasselbe Maß (a)

$= \quad 25{,}00 \cdot 2 = 50'$

Diff.: $\quad 50{,}00 - 50{,}00 = 0{,}00$

Von der Basis des Chorschlusses bis zur Achse des 1. Langchorjochs (g)

$= \quad 100{,}00 \cdot 0{,}603553 = 60{,}35'$.

Dasselbe Maß (a)

$= \quad 25{,}00 \cdot 2{,}5 = 62{,}5'$

Diff.: $\quad 60{,}35 - 62{,}50$

$= - \quad 2{,}14'$

$= - \quad 0{,}62$ m;

$= - \quad 3{,}4\ \%$

Von der Basis des Chorschlusses bis zur Achse der östl. Querhausmauer (g)

$= \quad 100{,}00 \cdot 0{,}707106 = 70{,}71'$.

Dasselbe Maß (a)

$= \quad 25{,}00 \cdot 5 - 104{,}00 \cdot 0{,}5$

$= \quad 73{,}00'$

Diff.: $\quad 70{,}71 - 73{,}00$

$= - \quad 2{,}29'$

$= - \quad 0{,}67$ m;

$= - \quad 3{,}1\ \%$

Von der Basis des Chorschlusses bis zum Mittelpunkt der Vierung (g)

$= 100{,}00 \cdot 1{,}207106 = 120{,}71'$.

Dasselbe Maß (a)

$= \quad 25{,}00 \cdot 5 = 125{,}00'$

Diff.: $\quad 120{,}71 - 125{,}00$

$= - \quad 4{,}29'$

$= - \quad 1{,}25$ m;

$= - \quad 3{,}4\ \%$

Die Stirnweite der Langhaus-Strebepfeiler (g)

$= \quad 104{,}00 \cdot 2 \cdot 0{,}866025$

$= \quad 180{,}13'$.

bezeichnet deren Spitze die Außenfluchtlinien der Langhaus-Strebepfeiler mit einem Abstand von 182′; konstruiert man auf derselben Basis je ein $\pi/4$-Dreieck, so trifft dessen Spitze die nördliche bzw. südliche Innenseite der Querhausgiebel ... Das Querhaus hat zwischen den inneren Mauerflächen eine Länge von 250′.“

Dasselbe Maß (a)
= 182,00′
Diff.: 180,13 − 182,00
= − 1,86′
= − 0,54 m;
= − 1,0 %

Die Länge des Querhauses i. L. (g)
= 104,00 · 2 · 1,207106
= 251,07′.
Dasselbe Maß (a)
= 25,00′ · 10 = 250,00′
Diff.: 251,07 − 250,00
= + 1,07′
= + 0,31 m;
= + 0,7 %

3. (S. 136) „Das Querhaus hat ... zwischen den äußeren [Mauerflächen] im Mittel genommen eine Länge von 273′ ... Trianguliert man zwischen dieser Längenausdehnung mit einem gleichseitigen Dreieck von der Seitenlänge 104′ gleich der Querhausbreite zwischen den Mauermitten, so läßt sich diese Triangulatur innerhalb der Länge von 273′ genau dreimal durchführen.“

Die Länge des Querhauses (g)
= 104,00 · 3 · 0,866025
= 270,19′.
Dasselbe Maß (a)
= 273,00′
Diff.: 270,19 − 273,00
= − 2,80′
= − 0,82 m;
= − 1,0 %

4. (S. 137) „Zwischen dieser [der Ostseite der östlichen Haupttürmmauer] und der Mittellinie der Westmauer des Querhauses ist das Langhaus gleich der halben inneren Querhaus-Länge. Nimmt man diese Länge in der Mittellinie bzw. der Fensterfläche der Seitenschiffmauern des Langhauses als Basis und errichtet hierüber — nördliche Seitenschiffmauer — ein $\pi/4$-Dreieck, so fällt dessen Spitze auf die entsprechende Linie der gegenüberliegenden — hier der südlichen — Seitenschiffmauer, und es bestimmt sich dadurch das Verhältnis der westlichen Länge des Langhauses zur Breite.“

Die Maßzahlen (S. 129, 135, 136):
Die Breite des Langhauses in den Achsen der Abseitenmauern gemessen = 154,00′.

Die Länge des Querhauses i. L. = 250,00′.
Die Breite des Langhauses in den Achsen der Abseitenmauern (g)
= 250,00 · 0,5 · 1,207106
= 150,88′.
Dasselbe Maß (a)
= 154,00′
Diff.: 150,88 − 154,00
= − 3,11′
= − 0,91 m;
= − 2,0 %

5. (S. 138) „Noch eigentümlicher ist das Verhältnis der Länge des Langhausteils zwischen der Mittellinie der östlichen Querhausmauer und der Chorbasis ... zur Langhausbreite. Errichtet man nämlich über jener Langhauslänge als Basis ein gleichseitiges Dreieck und trianguliert weiter mit einem $\pi/4$-Drei-

In Abb. 17 liegt die Basis des gleichseitigen Dreiecks in der nördlichen, die Basis des $\pi/4$-Dreiecks in der südlichen Außenmauer des Langchores.
Die Maßzahlen (S. 129, 135): Das Jochmaß = 25,00′, die in den Mauerachsen genommene Breite des Langchores bzw. des Langhauses = 154,00′.

eck, so trifft dessen Basis mit der Mittellinie der gegenüberliegenden Seitenschiffmauer zusammen. Die drei Arkaden in ostwestlicher Richtung sind natürlich je $^1/_3$ dieser Länge, aber ... auch gleich der halben Kernentfernung der Mittelschiff-Pfeiler in nordsüdlicher Richtung.“

Die Breite des Langchores, in den Mauerachsen gemessen (g)

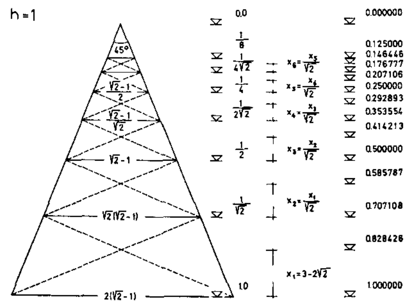
$$= 25{,}00 \cdot 3 \cdot 0{,}866025 + 25{,}00 \cdot 3 \cdot 1{,}207106 = 155{,}48'.$$

Dasselbe Maß (a)

$$= 154{,}00'$$

Diff.: $155{,}48 - 154{,}00$
$= + \; 1{,}48'$
$= + \; 0{,}43$ m;
$= + \; 0{,}9$ %

6. (S. 136) „Errichtet man über der Längsachse des Querhauses von 250′ als Basis ein $\pi/4$-Dreieck in der Richtung nach Osten und Westen, fällt von den Basisecken auf die gleichlangen Seiten Lote, von diesen wieder solche auf die gegenüberliegenden Seiten, wiederholt dieses Verfahren bis nahe gegen die Dreiecksspitze, so ergeben sich in den Schnittpunkten dieser Lote und der Verbindungslinien ihrer Fußpunkte mit der Höhe bzw. Längsachse des Langhauses gegen Osten als hauptsächlichste Punkte: Die Mitte der östlichen Querhausmauer, die Schlußsteine des mittleren Gewölbetraktes, die Chorbasis ...; ferner gegen Westen die Mitte der westlichen Querhausmauer, die östliche Mauerseite der Haupttürme, die Mittelachse der Turmhalle, die Mitte der westlichen Turmmauer ...“



Die Maßzahlen (S. 135–138, 142):
Das Jochmaß = 25,00′,

die Länge des Langhauses = 125,00′,
die Länge des Querhauses = 250,00′,

die Breite des Querhauses in den Mauerachsen = 104,00′.

Als Proportionsfigur dient wieder ein abgelotetes $\pi/4$-Dreieck. Die Höhe dieses Dreiecks über der Basis = 250,00′

$$250{,}00 \cdot 1{,}207106 = 301{,}77'.$$

Von der Achse des Querhauses bis zur Achse der östl. bzw. westl. Querhausmauer (g)

$= 301{,}77 \cdot 0{,}828426$
$= 249{,}99'$;

$301{,}77 - 249{,}99 = 51{,}77'$.

Dasselbe Maß (a)

$= 104{,}00 \cdot 0{,}5 = 52{,}00'$

Diff.: $51{,}77 - 52{,}00$
$= - \; 0{,}22'$
$= - \; 0{,}06$ m;
$= - \; 0{,}4$ %

Von der Achse des Querhauses bis zur Achse des 2. Chorjochs (g)

$= 301{,}77 \cdot 0{,}707108 = 213{,}38'$;
$301{,}77 - 213{,}38 = 88{,}38'$.

Dasselbe Maß (a)
= 25,00 · 3,5 = 87,50′
Diff.: 88,38 − 87,50
= + 0,88′
= + 0,26 m;
= + 1,0 %

Von der Achse des Querhauses bis zur Basis des Chorschlusses (g)
= 301,77 · 0,585787 = 176,77′;
301,77 − 176,77 = 125,00′.
Dasselbe Maß (a)
= 25,00 · 5 = 125,00′
Diff.: 125,00 − 125,00
= 0,00′

Von der Achse des Querhauses bis zur östlichen Flucht der Westtürme (g)
= 301,77 · 0,414213 = 124,99′;
301,77 − 124,99 = 176,77′.
Dasselbe Maß (a)
= 175,00′
Diff.: 176,77 − 175,00
= + 1,77′
= + 0,52 m;
= + 1,0 %

(Auf die beiden letzten Angaben werden wir zurückkommen.)

7. (S. 136) „Geht man nun von der nordsüdlich gerichteten Längsachse des Querhauses als Basis eines gleichseitigen Dreiecks aus, und zwar zunächst innerhalb der Lichtweite von 250′, so bezeichnet ... das nach Westen konstruierte Dreieck mit seiner Spitze die nordsüdliche Mittelachse der Turmhalle.“

Von der Achse des Querhauses bis zur Achse der Turmhalle (g, nach Nr. 7)
= 250,00 · 0,866025 = 216,50′.
Dasselbe Maß (g, nach Nr. 6)
= 301,77 · 0,292893 = 88,38′;
301,77 − 88,38 = 213,38′
Diff.: 216,50 − 213,38
= + 3,11′
= + 0,91 m;
= + 1,4 %

8. (S. 138) „Teilt man auf der Westkante der östlichen Haupt-Turmmauer, also innerhalb der Turmhalle die Länge derselben, nämlich 154′, in drei gleiche Teile ... und errichtet auf diesen Dritteln je ein gleichseitiges Dreieck, so fallen deren Spitzen auf die Innenseite der westlichen Haupt-Turmmauer. Konstruiert man über dem mittleren Drittel, aber in der Mittellinie der östlichen Mauer der Haupttürme ein $\pi/4$-Dreieck, so fällt dessen Spitze auf die ... Mittellinie der westlichen Mauer ...“

Das ostwestliche Achsmaß der Turmhalle (g)
= 154,00 : 3 · 1,207106
= 61,96′.
Das ostwestliche Lichtmaß der Turmhalle (g)
= 154,00 : 3 · 0,866025
= 44,45′.
Die Differenz müßte 2 halbe Mauerstärken ausmachen.
Die Mauerstärke im Erdgeschoß der Türme (S. 134) = 13,00′.
Diff.: 61,96 − 44,45
= 17,50′;
17,50 − 13,00
= 4,50′
= 1,32 m

9. (S. 136) „Wählt man die Längsachse des Querhauses in der Erstreckung von 273′ zur Basis eines gleichseitigen Dreiecks, so fällt die Spitze des nach Westen gerichteten genau auf die innere Mauerseite der Westfassade.“

Von der Achse des Querhauses bis zur Achse der westl. Turmmauer (g, nach Nr. 6)

$= 301{,}77 \cdot 0{,}207106 = 62{,}49'$;
$301{,}77 - 62{,}49 = 239{,}27'$.

Von der Achse des Querhauses bis zur östl. Flucht der westl. Turmmauer (g, nach Nr. 9)

$= 273{,}00 \cdot 0{,}866025 = 236{,}42'$.

Zwischen beiden Maßen liegt eine halbe Mauerstärke $= 6{,}5'$.

Diff.: $239{,}27 - 236{,}42$
$= 2{,}85'$;
$6{,}50 - 2{,}85$
$= 3{,}65'$
$= 1{,}07$ m

10. (S. 137) „Konstruiert man über der Basis von 154′, d. h. in diesem Falle über der Mittellinie der östlichen Hauptturmmauer ein $\pi/4$-Dreieck, so liegt dessen Spitze auf dem Schnittpunkt der Längsachsen von Lang- und Querhaus ...“

Von der Achse des Querhauses bis zur Achse der östl. Turmmauer (g)
$= 154{,}00 \cdot 1{,}207106 = 185{,}84'$.

Dasselbe Maß (a)
$= 25{,}00 \cdot 7 + 6{,}50 = 181{,}50'$

Diff.: $185{,}84 - 181{,}50$
$= + 4{,}34'$
$= + 1{,}27$ m;
$+ 2{,}4$ %

Von der Achse des Querhauses bis zur östl. Flucht der Türme (g, nach Nr. 6) $= 176{,}77'$.

Dieses Maß müßte von dem soeben ermittelten Maß — Achse des Querhauses bis Achse der östl. Turmmauer — um eine halbe Mauerstärke $= 6{,}50'$ abweichen.

Diff.: $176{,}77 - 185{,}89 = 9{,}11'$;
$9{,}11 - 6{,}50$
$= 2{,}61'$
$= 0{,}77$ m

11. (S. 138) „Errichtet man über $1 + 1/3$ der ... Langhausbreite von 154′ ein $\pi/4$-Dreieck, so ist dessen Höhe gleich der lichten Querhauslänge. — Nimmt man dieses Maß als Basis eines neuen $\pi/4$-Dreiecks, so ist dessen Höhe gleich der Entfernung zwischen der Westfassade und der Mittellinie der östl. Querhausmauern. — Das $\pi/4$-Dreieck über dieser Entfernung als Basis führt vom Verhältnis der Quer- und Längsmaße zu dem der Längenmaße unter-

Die Kontrolle dieser 3 Schritte:

1.) Die lichte Länge des Querhauses (g)
$= 154{,}00 \cdot 1{,}333333 \cdot 1{,}207106$
$= 247{,}87'$.

Dasselbe Maß (a)

$= 250{,}00'$

Diff.: $247{,}87 - 250{,}00$
$= - 2{,}14'$
$= - 0{,}63$ m;
$= - 0{,}8$ %

einander; denn es gibt eine solche, die gleich ist der Entfernung von der Madonnenstatue des mittleren Westportals bis zur Chorbasis.“

2.) Von der Außenflucht der westl. Turmmauer bis zur Achse der östl. Querhausmauer (g)
= 247,87 · 1,207106
= 299,18′.

3.) Von der Achse der westl. Turmmauer bis zur Basis des Chorschlusses (g)
= 299,18 · 1,207106
= 361,15′.
Dasselbe Maß müßte sich als Summe folgender Werte ergeben: Von der Achse des Querhauses bis zur Achse der westl. Turmmauer (nach Nr. 6), von der Achse des Querhauses bis zur Basis des Chores
= 50,00′,
3 Jochmaße des Chores
= 25,00 · 3 = 75,00′.
Nach Nr. 6:
301,77 · 0,207106 = 62,49′;
301,77 − 62,49 = 239,27′.
Die Summe:
239,27 + 50,00 + 75,00
= 364,27′
Diff.: 361,15 − 364,27
= − 3,12′
= − 0,92 m
= − 0,8 %

Dies ist das Ergebnis unserer Kontrolle: Haases Maßangaben in Fuß und Haases proportionierte Maßbestimmungen differieren erheblich. Die absoluten Differenzen betragen im Maximum + 1,27 bzw. − 1,25 m, im Mittel + 0,46 bzw. − 0,61 m. Die relativen, auf die arithmetischen Maße bezogenen Differenzen betragen im Maximum + 2,4 % bzw. − 5,7 %, im Mittel + 1,0 % bzw. − 2,2 %.

Haase stützte sich auf jenen Grundriß des Kölner Domes, den Franz Schmitz seinem Mappenwerk als Faltblatt im Maßstab 1 : 240 beigegeben hat[35]). Auf diesen Maßstab, d. h. auf Haases Reißbrett bezogen, messen die absoluten Differenzen der beiden Maße im Maximum + 5,3 bzw. − 5,2 mm, im Mittel + 1,9 bzw. − 2,5 mm.

Differenzen dieser Größenordnung hat Haase, der ein vorzüglicher Zeichner war, als Übereinstimmungen ansehen können. Es gibt zahllose Proportionierungen, bis herunter zu den Leistungen Lunds, die mit geringerer Sorgfalt gezeichnet sind. Wie groß mögen die dort unbemerkt gebliebenen Widersprüche sein?

In dem von Haase benützten Faltblatt hat der Grundriß des Domes eine Länge von etwa 60 cm. Unterlagen dieser Größe, anders gesagt: derart optimale Voraussetzungen für die Zeichengenauigkeit der Proportionsfigur, stehen

[35]) *F. Schmitz* und *L. Ennen*, Der Dom zu Köln, seine Konstruktion und Ausstattung, Köln-Neuß 1868.

nicht oft zur Verfügung. Aber man bemühte sich nicht, von optimalen Voraussetzungen auszugehen, vielmehr griff man nach allem, was man fand, kleinste Maßstäbe und Briefmarkengrößen nicht ausgeschlossen und selbst unter solchen Voraussetzungen war man überzeugt, auf dem Reißbrett einen Beweis führen zu können.

Theodor Fischer 1934 (S. 81): „Den Versuchen macht man sicher nicht immer mit Unrecht den Vorwurf, daß sie ... in zu kleinem Maßstab arbeiten ... die Arbeit am kleinen Maßstab hat für die Hauptmaße gelegentlich ihre volle Berechtigung."

Karl Freckmann 1965 (S. 197): „So wenig vollkommen die Einzeichnungen auch sein mögen, weil die Ansicht zu klein ist ..., ebensowenig kann jedoch geleugnet werden, daß es sich hier um eine ganz bewußte Anwendung unserer Theorie handelt. Eine genauere Ausarbeitung in größerem Maßstab würde noch überraschendere Ergebnisse liefern. Für den Nachweis und als Anregung mag die vorstehende Darstellung genügen."

Ich meine, aus Haases Kölner Domgrundriß sei eine andere Lehre zu ziehen: Ob die Proportionsfigur klein oder groß, ob sie nachlässig oder sorgfältig gezeichnet wird, kann nicht gleichgültig sein. Aber all dies ist unerheblich der Tatsache gegenüber, daß sich ein Beweisverfahren nicht auf ein Hilfsmittel von beschränkter Leistungsfähigkeit einrichten darf, wenn es Schritt für Schritt zwischen „richtig" und „falsch" eine eindeutige Entscheidung treffen soll. Die Reißbrettarbeit ist ein Hilfsmittel von beschränkter Leistungsfähigkeit. So hat die gezeichnete Proportionsfigur nicht länger als taugliches Beweismittel zu gelten.

4. Die Schlußfolgerungen

1. Die Proportionierungen stützen sich auf Bauaufnahmen, sind aber dem Bauwerk selbst zugedacht. Eine Bauaufnahme stellvertretend für das Bauwerk zu benützen, setzt die Übereinstimmung von Bauaufnahme und Bauwerk voraus. Die Planmaße der Meydenbauer'schen Aufnahme decken sich mit den hauptsächlichen Baumaßen so weit, daß man von Übereinstimmung sprechen kann. Alle weiteren zur Proportionierung des Münsterturms benützten Bauaufnahmen, so verschieden sie im einzelnen auch sein mögen, nähern sich dem gebauten Sachverhalt immerhin so weit, daß sie, wenn auch mit gewissen Einschränkungen, als Anschauungsmaterial dienen können. Als Basis einer Maßuntersuchung sind diese Bauaufnahmen jedoch allesamt untauglich.
2. Die Proportionsfigur wird in die Bauaufnahme mit Lineal und Zirkel eingetragen. Die Punkte, in denen die Proportionsfigur mit der Bauaufnahme übereinstimmt, sind nur unter der Voraussetzung beweiskräftig, daß die Proportionsfigur mit äußerster Sorgfalt gezeichnet sei. Ein Zeichner, dessen Sorgfalt in keiner der Freiburger Proportionierungen erreicht und schon gar nicht übertroffen wurde, konnte Strecken, die er am Reißbrett auf arithmetischem bzw. geometrischem Wege erhalten hatte, miteinander identifizieren, obwohl die Abweichungen beider im Maximum etwa $\pm$ 5, im Mittel etwa $\pm$ 2 mm ausmachten.
3. In der Reißbrettarbeit trifft die Unzuverlässigkeit der Bauaufnahme mit der Ungewißheit der gezeichneten Proportionsfigur zusammen. Ob diese oder jene Strecke der Bauaufnahme um einen kleineren oder größeren, positiven

oder negativen Betrag vom Bauwerk abweiche, ist am Reißbrett nicht zu erkennen. Unterstellt man einmal, es sei möglich, die Proportionsfigur mit mathematischer Exaktheit zu zeichnen und geht man von der Voraussetzung aus, die Proportionierung gelte nicht der unzuverlässigen Bauaufnahme, sondern dem Bauwerk selbst, so müßten sich die Paßpunkte unter dieser zweifachen Voraussetzung gelegentlich decken, zumeist müßten sie aber um einen am Reißbrett nicht zu ermittelnden Betrag in dieser oder in jener am Reißbrett nicht zu ermittelnden Richtung differieren. Aber die Proportionsfigur ist eben nicht mathematisch genau gezeichnet. Wie haben sich also die Paßpunkte auf dem Reißbrett zueinander zu verhalten, wenn die Proportionsfigur mit dem Bauwerk übereinstimmen soll?

Zudem: Am Reißbrett gibt es keine Möglichkeit festzustellen, ob die zwischen Thesenmaß und Baumaß — nicht Planmaß! — liegende und durch Absprache auf 3, 2 oder 1% beschränkte Toleranz tatsächlich eingehalten wird oder nicht.

Nach alledem ist als grundlegende Voraussetzung eines methodischen Vorgehens zweierlei zu fordern: 1. Nicht von ungeprüften Planmaßen ist auszugehen, sondern von bezifferten Baumaßen. 2. Nicht Lineal und Zirkel, sondern die Berechnung hat klarzustellen, ob die Thesenmaße mit den Baumaßen innerhalb der Grenzen der Bau- und Maßungenauigkeit übereinstimmen.

Mit der Überprüfung der Freiburger Proportionierungen sind wir zu Ende. Was wäre als nächstes zu tun?

Wir könnten versuchen, das eine und andere Proportionsverfahren nach den soeben aufgestellten Grundsätzen auf den Freiburger Turm anzuwenden. Der Versuch könnte sich unter der Voraussetzung lohnen, das eine oder andere dieser Verfahren sei — wenigstens im Grundsatz — sichergestellt. Aber wodurch sichergestellt? Durch die Proportionierungen des Freiburger Münsterturms gewiß nicht und was sonst zur Proportionierung bekannt wurde, ist — im ursprünglichen Wortsinn — nicht einmal frag-würdig.

Wir werden also zunächst die historischen Belege heranziehen, die Schriftquellen, die Bildquellen, die Bauzeichnungen, auch Geräte, soweit sie über die Arbeitsweise des Architekten der Gotik Auskunft geben können.

Die in Abkürzungen zitierte Literatur

Alberti 1957	H. J. v. Alberti, Maß und Gewicht, Berlin 1957
Annali	C. Cantù (ed.), Annali della fabbrica del Duomo di Milano dall' origine fino al presente, 3 vol., Milano 1877—80, 2 app., Milano 1883—85.
Auer 1896	H. Auer, Besprechung zu Dehio, Proportionsgesetz, in: Repertorium f. Kunstwissenschaft XIX, 1896.
Beltrami	Veneranda Fabbrica del Duomo di Milano (ed.), Luca Beltrami e il Duomo di Milano, Milano 1964 (Neudruck aller dem Dom gewidmeten Aufsätze Beltramis).

Belz 1943	W. Belz, Das Proportionsgesetz unserer Liebfrauenkirche, in: Friedberger Geschichtsblätter, Bd. 14, 1939—42, Friedberg 1943, S. 119.
Berlage 1908	H. P. Berlage, Grundlagen und Entwicklung der Architektur, Berlin 1908.
Bezold 1936	G. v. Bezold, Zur Geschichte der romanischen Baukunst in der Erzdiözese Mainz, in: Marburger Jahrbuch für Kunstwissenschaft, Bd. 8/9, 1936, S. 1.
Boehn 1929	O. Boehn, Von geheimnisvollen Maßen, Zahlen und Zeichen, Zeulenroda-Leipzig 1929.
Boisserée 1823	S. Boisserée, Geschichte und Beschreibung des Domes von Köln, 2 Tle., Stuttgart 1823.
Boisserée 1842	S. Boisserée, Geschichte und Beschreibung des Doms von Köln, München 1842.
Booz 1956	P. Booz, Der Baumeister der Gotik, München—Berlin 1956.
Brunés 1967	T. Brunés, The secret of Ancient Geometry — and its use, Copenhagen 1967
Busch 1933	K. Busch, Neue Beiträge zur Baumaßnorm und Plankonstruktion der deutschen Baukunst des 12. und 13. Jahrhunderts, in: Architectura, 1. Jg., Berlin 1933.
Busch 1935	K. Busch, Raum- und Zeitgesetze deutscher Kunst, Berlin 1935.
Cali 1965	F. Cali, Das Gesetz der Gotik, eine Studie über gotische Architektur, (Paris 1963), München 1965.
Carstanjen 1893	F. Carstanjen, Ulrich von Ensingen, ein Beitrag zur Geschichte der Gotik in Deutschland, München 1893.
Colombier 1953	P. du Colombier, Les chantiers des cathédrales, Paris 1953.
Csemegi 1954	I. Csemegi, Die Konstruktionsmethoden der mittelalterlichen Baukunst, in: Acta historiae artium Academiae Scientiarum Hungariae, II, 1954.
Dehio 1894	G. Dehio, Untersuchungen über das gleichseitige Dreieck als Norm gotischer Bauproportionen, Stuttgart 1894.
Dehio 1895 (Triangulation)	G. Dehio, Zur Frage der Triangulation in der mittelalterlichen Kunst, in: Repertorium für Kunstwissenschaft XVIII, 1895, S. 105.
Dehio 1895 (Proportionsgesetz)	G. Dehio, Ein Proportionsgesetz der antiken Baukunst und sein Nachleben im Mittelalter und in der Renaissance, Straßburg 1895.
Dehio-Bezold 1901	G. Dehio und G. v. Bezold, Die kirchliche Baukunst des Abendlandes, Bd. 2, Stuttgart 1901.
Dehio 1921	G. Dehio, Geschichte der deutschen Kunst, Bd. 2, Berlin—Leipzig 1921.
Discher 1932	C. F. Discher, Die deutschen Bauhütten im Mittelalter und ihre Geheimnisse, Wien 1932.

Drach 1897 — A. v. Drach, Das Hüttengeheimnis vom gerechten Steinmetzengrund, Marburg 1897.

Durach 1928 — F. Durach, Mittelalterliche Bauhütten und Geometrie, Diss., Stuttgart 1928.

Eicken 1918 — H. Eicken, Der Baustil, Berlin 1918.

Fiederling 1930 — O. Fiederling, Dimensionierung der architektonischen Glieder. Ein Gesetz, abgeleitet aus den Bauten Friedrich Weinbrenners, Diss., Karlsruhe 1930.

Fischer 1934 — Th. Fischer, Zwei Vorträge über Proportionen, München 1934.

Fischer 1938 — Th. Fischer, Zur Analogie optischer und akustischer Sinnesreize, in: Forschungen und Fortschritte, 14. Jg., 1938, S. 13.

Förster 1862 — E. Förster, Vorschule der Kunstgeschichte, Leipzig 1862.

Förster 1956 — O. H. Förster, Bramante, Wien—München 1956.

Frankl 1945 — P. Frankl, The secret of the medieval masons, in: The Art Bulletin, XXVII, March 1945, S. 46.

Frankl 1960 — P. Frankl, The Gothic, Literary sources and interpretations through eight centuries, Princeton 1960.

Freckmann 1965 — K. Freckmann, Proportionen in der Architektur, München 1965.

Funk 1938 — W. Funk, Der Meister des Marthaaltares in der St. Lorenzkirche zu Nürnberg, Nürnberg—Berlin 1938.

Funk 1955 — W. Funk, Das rechte Maß bei Albrecht Dürer und bei den alten Meistern, Nürnberg 1955.

Gall 1950 — E. Gall, Über die Maße der Trierer Liebfrauenkirche, in: Form und Inhalt, Festschrift für Otto Schmitt, Stuttgart 1950, S. 97.

Gall 1952 — E. Gall, in: Katalog der Ausstellung „Plan und Bauwerk“, München 1952.

Geiger 1952 — F. Geiger, Maßverhältnisse der gotischen Kirchen Niederbayerns, bes. der Werke des Landshuter Baumeisters Hans Stethaimers, in: Verhandl. d. hist. Vereins f. Niederbayern, 78 Jg., 1952, S. 13.

Gerkan 1957 — A. v. Gerkan, Besprechung zu H. Pleßner, Sterngeborenes Olympia, die Entstehung des sakralen Maßes, Düsseldorf 1956, in: Gymnasium 64, 1957, S. 359.

Grashoff 1948 — E. W. Grashoff, Von den Grundlagen der Baukunst, Mainz 1948.

Grueber 1839—41 — B. Grueber, Vergleichende Sammlungen für christliche Baukunst, 2 Teile, Augsburg 1839—41.

Gruber 1947 — O. Gruber, Vom rechten Bauen, Wolfenbüttel—Hannover 1947.

Gruber 1951	O. Gruber, Einführung in das Studium der Architektur, Heidelberg 1951.
Haase 1911—19	J. Haase, Der Dom zu Köln a. Rh. in seinen Haupt-Maßverhältnissen auf Grund der Siebenzahl und der Proportion des goldenen Schnitts, in: Ztschr. f. Gesch. d. Architektur, V, S 97, 148, Heidelberg 1911/12 — Derselbe, Der Dom zu Köln a. Rh. in seinen Haupt-Maßverhältnissen auf Grund der Siebenzahl und der Triangulatur, ebenda VII, S. 128, Heidelberg 1914—19.
Haase 1916	J. Haase, Die Salvatorkirche in München, ein typisches Bauhüttenwerk des ausgehenden Mittelalters, in: Süddeutsche Bauzeitung XXVI, 1916.
Haase 1917 (Magdeburg)	J. Haase, Der Dom zu Magdeburg, eine deduktische Genese seiner Haupt-Maßverhältnisse, in: Ztschr. f. Architektur und Ingenieurwesen, XXII, 1917.
Haase 1917 (München)	J. Haase, Die Frauenkirche in München in ihren Haupt-Maßverhältnissen nach der Methode mittelalterlicher Bauhütten, in: Süddeutsche Bauzeitung, XXVII, 1917.
Haase 1919	J. Haase, Die Bauhütten des späten Mittelalters, ihre Organisation, Triangulatur-Methode und Zahlensymbolik, München 1919.
Habicht 1933	V. C. Habicht, Aufgaben der Forschung über die deutschen Bauhütten, in: Architectura, 1. Jg., Berlin 1933.
Habicht 1937	V. C. Habicht, Architekturtheorie, in: Reallexikon zur dt. Kunstgeschichte, Bd. 1, Sp. 959, Stuttgart 1937.
Hanftmann 1930	B. Hanftmann, Die Benediktiner als Architekten bis in die Zeit der Gotik, in: Studien und Mitteilungen zur Geschichte des Benediktiner-Ordens, 48. Jg., NF 17, München 1930.
Hasak 1902	M. Hasak, Die romanische und die gotische Baukunst, in: Handb. der Architektur, II, 4, 3, Stuttgart 1902.
Hasak 1927	M. Hasak, Einiges von den mittelalterlichen Hilfslinien für das Entwerfen, in: Deutsche Bauzeitung, 61. Jg., 1927.
Hecht 1966	K. Hecht, Zur Maßstäblichkeit der mittelalterlichen Bauzeichnung, in: Koldewey-Gesellschaft, Bericht über die 23. Tagung für Ausgrabungswissenschaft und Bauforschung, 1965, S. 83 (auch in: Bonner Jahrbuch 166, 1966, S. 253).
Heideloff 1844	C. A. Heideloff, Die Bauhütte des Mittelalters in Deutschland, Nürnberg 1844.
Heideloff 1849—51	C. A. Heideloff, Der kleine Altdeutsche, oder Grundzüge des altdeutschen Baustils, 3 Curse, Nürnberg 1849—51.

Hoeber 1906	F. Hoeber, Orientierende Vorstudien zur Systematik der Architekturproportionen auf historischer Grundlage, Frankfurt a. M. 1906.
Hoffstadt 1840	F. Hoffstadt, Gotisches ABC-Buch, Frankfurt a. M. 1840. (Das Titelblatt nennt das Jahr 1840, auf S. 64 ist aber Kuglers Handbuch genannt, das erst 1842 erschien.)
Karlinger 1944	H. Karlinger, Zahl und Maß, Zürich 1944.
Kempf 1914	F. Kempf, Das Freiburger Münster, seine Bau- und Kunstpflege, Karlsruhe 1914.
Kiene 1950	A. Kiene, Die musikalischen Zahlenverhältnisse in der Architektur, Diss. Hannover 1950 (masch.schr.).
Kletzl 1935	O. Kletzl, Besprechung zu Thomae 1933, in: Ztschr. f. Kunstgeschichte, IV, 1935, S. 56.
Kletzl 1936 (Freiburg)	O. Kletzl, Zwei Plan-Bearbeitungen des Freiburger Münsterturms, in: Oberrheinische Kunst, VII, 1936, S. 15.
Kletzl 1936 (Straßburg)	O. Kletzl, Die Junker von Prag in Straßburg, in: Schriften des Wiss. Instituts der Elsaß-Lothringer im Reich an der Universität Frankfurt, NF 15, Frankfurt a. M. 1936.
Kletzl 1937—38	O. Kletzl, Werkrißtypen deutscher Bauhüttenkunst, in: Kunstgeschichtliche Gesellschaft Berlin, Sitzungsberichte 1937—38, S. 20.
Kletzl 1939	O. Kletzl, Plan-Fragmente aus der deutschen Dombauhütte von Prag, Stuttgart 1939.
Kletzl 1941 (Straßburg)	O. Kletzl, Ein Werkriß des Frauenhauses von Straßburg, in: Marburger Jahrbuch für Kunstwissenschaft, XI/XII, 1938—39, Marburg 1941.
Kletzl 1941 (Bauhüttenkunst)	O. Kletzl, Bauhüttenkunst der deutschen Gotik, in: Der deutsche Baumeister, 3.Jg., 1941, S. 7.
Kletzl 1944	O. Kletzl, Die Kreßberger Fragmente, in: Marburger Jahrbuch f. Kunstwiss. XIII, 1944, S. 129.
Kloeppel 1935	O. Kloeppel, Die Marienkirche in Danzig und das Hüttengeheimnis vom gerechten Steinmetzengrund, Danzig 1935.
Klopfer 1919	P. Klopfer, Das Wesen der Baukunst, Leipzig 1919.
Knauth 1908	J. Knauth, Das Straßburger Münster und die Cheopspyramide, Straßburg 1908.
Koßmann 1925	B. Koßmann, Einstens maßgebende Gesetze bei der Grundrißgestaltung von Kirchenbauten, Straßburg 1925.
Kottmann 1967	A. Kottmann, Maßverhältnisse in Bauten der Hirsauer, München—Zürich 1967.
Kreuser 1851	J. Kreuser, Der christliche Kirchenbau, seine Geschichte, Symbolik, Bildnerei, nebst Andeutungen für Neubauten, Bonn 1851.
Kükelhaus 1934	H. Kükelhaus, Urzahl und Gebärde, Grundzüge eines kommenden Maßbewußtseins, Berlin 1934.

Lange 1901	K. Lange, Das Wesen der Kunst, Bd. 1, Berlin 1901.
Lietzmann 1931	W. Lietzmann, Mathematik und bildende Kunst, Breslau 1931.
Lund 1921	F. M. Lund, Ad quadratum, a study of the geometrical bases of classic and medieval religions architecture, 2 vol., London 1921.
Lurçat 1957	A. Lurçat, Formes, composition et lois d'harmonie, Éléments d'une science de l'esthétique architecturale, vol. V, Paris 1957.
Metzger 1835	J. Metzger, Gesetze der Pflanzen- und Mineralienbildung, angewendet auf altdeutschen Baustil, Stuttgart 1835.
Michael 1911	E. Michael, Kulturzustände des deutschen Volkes während des 13. Jahrhunderts, Freiburg i. Br. 1911.
Mössel 1926	E. Mössel, Die Proportion in Antike und Mittelalter, München 1926.
Mössel 1931	E. Mössel, Urformen des Raumes als Grundlagen der Formgestaltung, München 1931.
Mössel 1938	E. Mössel, Vom Geheimnis der Form und der Urform des Seins, Stuttgart—Berlin 1938.
Mohrmann 1890	G. Ungewitter, Lehrbuch der gotischen Konstruktionen, 3. Aufl., neu bearbeitet von K. Mohrmann, 2 Bde., Leipzig 1890.
Mohrmann 1897 (Proportionsgesetz)	K. Mohrmann, Ein Proportionsgesetz der antiken Baukunst, in: Zentralblatt der Bauverwaltung XVII, 1897, S. 66.
Mohrmann 1897 (Hüttengeheimnis)	K. Mohrmann, Das Hüttengeheimnis vom gerechten Steinmetzengrund, in: Zentralblatt der Bauverwaltung XVII, 1897, S. 192.
Mojon 1967	L. Mojon, Der Münsterbaumeister Matthäus Ensinger, Bern 1967.
Moller 1836	G. Moller, Denkmäler der deutschen Baukunst, XIX. Heft, Der Münster zu Freiburg im Breisgau, Darmstadt 1836.
Rathe 1926	K. Rathe, Ein Architektur-Musterbuch der Spätgotik, in: Festschrift der Nationalbibliothek in Wien, Wien 1926.
Reichensperger 1856	A. Reichensperger, Vermischte Schriften über christliche Kunst, Leipzig 1856.
Reimers 1894	Reimers, Besprechung zu Dehio 1894, in: Repertorium f. Kunstwiss. XVII, Wien 1894.
Rosenau 1931	H. Rosenau, Der Kölner Dom, Köln 1931.
Schmitz 1871—80	F. Schmitz und L. v. Ennen, Der Dom zu Köln, Köln 1871—80.
Schnaase 1850	C. Schnaase, Geschichte der bildenden Künste, Bd. IV, Düsseldorf 1850.
Schubert 1954	O. Schubert, Gesetz der Baukunst, Leipzig 1954.

Schürenberg 1937 — L. Schürenberg, Besprechung zu H. R. Hahnloser, Villard de Honnecourt, in: Ztschr. f. Kunstgeschichte, VI, 1937, S. 41.

Schultz 1891 — W. Schultz, Die Harmonie in der Baukunst, Hannover 1891.

Simson 1968 — O. v. Simson, Die gotische Kathedrale, (London 1956) Darmstadt 1968.

Sonnenburg 1881 — L. Sonnenburg, Der goldene Schnitt, in: Programm des kgl. Gymnasiums zu Bonn, Bonn 1881.

Spieß 1963 — H. Spieß, Werkmaß und Bauwerk, in: Festschrift für Willy Weyres, Köln 1963, S. 219.

Staatsmann 1910 — K. Staatsmann, Das Aufnehmen von Architekturen, 2 Bde., Leipzig 1910.

Stehlin 1935 — La façade de la cathédrale de Strasbourg, notes de C. Stehlin †, rédigées par H. Reinhardt et E. Fels, in: Bulletin de la société des amis de la cathédrale de Strasbourg, 2e série, No. 3, Strasbourg 1935.

Stieglitz 1820 — Ch. L. Stieglitz, Von altdeutscher Baukunst, Leipzig 1820.

Stieglitz 1834 — Ch. L. Stieglitz, Beiträge zur Geschichte der Ausbildung der Baukunst, Bd. II, Leipzig 1834.

Stieglitz 1837 — Ch. L. Stieglitz, Geschichte der Baukunst, Nürnberg 1837

Stiehl 1922 — O. Stiehl, Der Weg zum Kunstverständnis, Berlin—Leipzig 1922.

Stockmeyer 1943 — E. Stockmeyer, Maß und Zahl in der Baukunst, in: Werk, 30. Jg., 1943, S. 353.

Stockmeyer 1945 — E. Stockmeyer, Baukunst und Kunsttheorie im Mittelalter, in: Werk, 32. Jg., 1945, S. 42.

Thiersch 1883 — A. Thiersch, Proportionen in der Architektur. Ein Versuch zur Wiederherstellung der Lehre von der Analogie, in: Handbuch der Architektur, IV. Entwerfen, Anlage und Einrichtung der Gebäude, 1. Halbband Architektonische Komposition, Darmstadt 1883.

Thomae 1933 — W. Thomae, Das Proportionswesen in der Geschichte der gotischen Baukunst und die Frage der Triangulation, Heidelberg 1933.

Ueberwasser 1925 — W. Ueberwasser, Spätgotische Baugeometrie, Untersuchungen an den Basler Goldschmiederissen, in: Öffentl. Kunstsammlung Basel, Jahresbericht 1924, NF XXI, Basel 1925.

Ueberwasser 1935 — W. Ueberwasser, Nach rechtem Maß, Aussagen über den Begriff des Maßes in der Kunst des XIII.—XVI. Jahrhunderts, in: Jahrb. d. Preuß. Kunstsammlungen, Bd. 6, Berlin 1935.

Ueberwasser 1939 (Beiträge) — W. Ueberwasser, Beiträge zur Wiedererkenntnis gotischer Bau-Gesetzmäßigkeiten, in: Ztschr. f. Kunstgeschichte, VIII, 1939, S. 303.

Ueberwasser 1939 (Freiburg) W. Ueberwasser, Der Freiburger Münsterturm im „rechten Maß“, in: Oberrheinische Kunst, Jahrbuch der oberrheinischen Museen, VIII, Freiburg 1939, S. 25.

Velte 1951 M. Velte, Die Anwendung der Quadratur und Triangulatur bei der Grund- und Aufrißgestaltung der gotischen Kirchen, Diss., Basel 1951.

Viollet-le-Duc 1869 M. Viollet-le-Duc, Proportion, in: Dict. raisonné de l'architecture française, Bd. VII, Paris 1869.

Wangart 1953 A. Wangart, Das Maßsystem des Münsters zu Freiburg im Breisgau und seine Anwendung, gezeigt an einem gotischen Meisterwerk, in: Alemannisches Jahrbuch, 1953, S. 224.

Wedepohl 1967 E. Wedepohl, Eumetria, Das Glück der Proportionen, Maßgrund und Grundmaß in der Baugeschichte, Beiträge zur musischen Geometrie, Essen 1967.

Weßling 1941 H. Weßling, Das Gesetz der Baukunst, Dortmund 1941.

Witzel 1914 K. Witzel, Untersuchungen über gotische Proportionsgesetze, Diss., Stuttgart 1913, Berlin 1914.

Wölfflin 1889 H. Wölfflin, Zur Lehre von den Proportionen, in: Deutsche Bauzeitung, 23, 1889.

Wyneken 1907 K. Wyneken, Der Aufbau der Form, II. Der Kanon der schönen Form, Freiburg i. Br. 1907.

Zeising 1854 A. Zeising, Neue Lehre von den Proportionen des menschlichen Körpers, Leipzig 1854.